Serials
Q
67
.C65

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

CALIFORNIA
LIBRARY
ACADEMY OF SCIENCES

XXIX. — 1912

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

PARIS	LONDRES	NEW-YORK
H. LE SOUDIER	DULAU & C°	G. E. STECHERT & C°
174-176, Boul. St-Germain	37, Soho Square	151-155, W 25th Street

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1913

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

GENÈVE — SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'IMPRIMERIE
Pélisserie, 18

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE

ET D'HISTOIRE NATURELLE

DE GENÈVE

XXIX. — 1912

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

PARIS	LONDRES	NEW-YORK
H. LE SOUDIER	DULAU & C°	G. E. STECHERT & C°
174-176, Boul. St-Germain	37, Soho Square	151-155, W 25th Street

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1912

Extrait des *Archives des sciences physiques et naturelles*
Tomes XXXIII et XXXIV

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Année 1912

Présidence de M. Maurice Gautier

Séance du 4 janvier 1912

Raoul Gautier. Un nouveau télescope construit par M. Schær. — A. Brun. Cristallisation des silicates alumino-alcalins. — J. Briquet. Les limites géobotaniques du Jura méridional. — Le même. Dissémination du buis par les fourmis.

M. Raoul Gautier, au nom de M. Émile Schær, astronome-adjoint à l'observatoire, présente à la Société quelques photographies représentant un télescope Cassegrain de un mètre de diamètre construit par M. Schær au cours de l'année 1910, et d'autres photographies d'astres prises au moyen de cet instrument. Ce télescope puissant, dont la description détaillée est donnée ailleurs[1], a une distance focale de 17 m. 60, grâce à l'emploi d'un petit miroir hyperbolique de 20 cm. de diamètre. Il présente cette particularité que, l'astigmatisme du grand miroir a été corrigé d'une façon très complète et très satisfaisante au moyen de retouches au petit miroir. Sa construction presqu'entièrement en bois, est à la fois très robuste et très simple.

Durant l'hiver 1910-1911, il était installé sur roulettes à l'observatoire et on le sortait sur la terrasse située du côté sud.

Depuis le mois de juillet, M. Schær a mis, avec une grande obligeance, son télescope à la disposition du directeur de l'observatoire pour être transporté et installé dans différents emplacements du canton qui pourraient se prêter à l'établissement de la succursale projetée de l'observatoire, destinée aux observations astronomiques qui demandent une obscurité aussi complète que possible.

[1] *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1912, t. XXXIII, p. 201.

A cet effet, on a fait construire un pavillon démontable en bois, déplaçable sur rails et pouvant contenir l'instrument de M. Schær. Au cours de l'été et de l'automne 1911, l'instrument a été successivement installé à la Vieille Bâtie, commune de Collex-Bossy, sur un terrain appartenant à M. Antoine Maréchal, puis à Choully, sur un terrain appartenant à M. Fontaine ; et depuis le mois de décembre, il est installé au Carre, chez M. Adolphe Morel.

Dans ces emplacements successifs, M. Schær, aidé de M. Charrey, a fait un grand nombre de photographies de la lune, de planètes, d'amas d'étoiles, de nébuleuses, etc., que M. Gautier a le plaisir de montrer à la société. Toutes témoignent des qualités optiques de l'instrument et de la bonne marche du régulateur du mouvement, qui est une simple pompe à glycérine ou à huile.

M. Albert Brun donne quelques indications sur les expériences qu'il poursuit concernant la *cristallisation des silicates alumino-alcalins.*

Les feldspaths, orthose, albite, anorthose appartenant à des roches éruptives, et d'autre part, les volcans fonctionnant sans eau, il est de toute nécessité que ces minéraux se forment dans la nature par la seule transformation de leurs verres colloïdes.

En observant certaines précautions et en suivant un mode opératoire qui se rapproche le plus possible des conditions dans lesquelles se trouve une coulée de roche éruptive du type acide alumino alcalin. M. Brun a réussi à transformer en cristaux l'Eutectique 3 Fel. 1 Sil ; et les verres à 68 % de silice et 15 % d'alcalis correspondant aux albites et anorthoses. Pour ces derniers les cristaux sont de $^1/_3$ de millimètre de grandeur et sont assez nets pour que leurs propriétés optiques et l'écartement 2 V puissent être facilement mesurés. Ces recherches se continuent. Les détails seront publiés dans les *Archives.*

J. Briquet. *Les limites géobotaniques du Jura méridional.*

Développant des notes antérieures de M. Ant. Magnin[1] et de nous-mêmes nous avons en 1903[2], divisé le Jura méridional en trois secteurs abondamment caractérisés au point de vue floristique, écologique et géographique. Ces trois secteurs sont : 1° le *Jura bugeysien* au nord du Rhône et au sud de Bellegarde ; 2° le *Jura savoisien* comprenant les chaînes situées au-delà du Rhône dans les départements de la Haute-Savoie, de la Savoie et de l'Isère, et établissant le passage entre la flore jurassienne et les préalpes

[1] Magnin. La végétation des monts Jura, p. 44-46. Besançon 1893 ; Magnin. *Archiv. fl. jurass.* I, p. 22, 1900.

[2] Briquet. Les chaînes du Jura savoisien. *Arch. fl. jurass.*, IV, 133-138, 1903.

calcaires occidentales ; 3° le *Jura de Crémieu,* secteur à plateaux situé entre le Rhône et la Bourbre.

Les limites méridionales du Jura savoisien ne soulèvent aucune difficulté. Les chaînes de ce secteur sont toutes, en effet, séparées des Alpes par des bandes mollassiques ou de profondes vallées, sauf celle du Bourget. Mais le passage des Echelles, qui sépare la chaîne jurassienne du Bourget et le massif de la Grande Chartreuse, constitue une limite si naturelle qu'elle a été reconnue depuis fort longtemps.

Les limites du Jura méridional en ce qui concerne les secteurs de Crémieu et du Bugey sont tout aussi faciles à tracer : les plaines alluviales, et la mollasse partout où le modelé du terrain devient accentué, lui forment une ceinture dont les caractères floristiques sont très uniformes. De même que les synclinaux mollassiques, à flore très uniformément silicicole, qui séparent entre elles les chaînes du Jura savoisien, doivent être exclus de la flore jurassienne, de même aussi le bassin mollassique de Belley (*Hypericum pulchrum*, *Epilobium lanceolatum*, *Triodia decumbens*, etc.), doit être exclu du jura bugeysien. Ce bassin ne saurait légitimement être comparé aux îlots erratiques, aux dépôts isolés de sables sidérolithiques etc., que l'on peut relever dans tout le domaine de la flore jurassienne, quoi qu'en ait dit le savant professeur de Besançon[1]. Il communique en effet au sud par la vallée du Rhône avec les terres-froides delphino-savoisiennes (région Tour-du-Pin-Pont-de-Beauvoisin) et forme avec elles un secteur siliceux parfaitement naturel. — On ne saurait pour des raisons analogues, englober dans le Jura méridional les plaines alluviales du Rhône et de l'Ain au-delà de la ceinture mollassique occidentale des chaînes du Jura.

Un point fort délicat est celui de la limite septentrionale du Jura bugeysien. M. Magnin fait passer cette limite par Bellegarde, Nantua, remonter de là dans la vallée de l'Ain jusqu'à Thoirette, peut-être même Arinthod, et rejoindre ensuite le Revermont au nord de Pont-d'Ain[2]. Nous avons consacré une série d'excursions à l'étude critique du terrain et, combinant nos résultats avec les documents que donnent la bibliographie, arrivons aux résultats suivants :

La cluse Bellegarde-Châtillon-Silan-Nantua, constitue une frontière extrêmement naturelle. Au nord de cette ligne, les hautes chaines, en particulier la chaîne Crédo-Reculet, présentent la flore alpine la plus riche que la flore jurassienne puisse offrir,

[1] Magnin. *Arch. fl. jurass.*, I, p. 23, 1900.

[2] Magnin. La végétation des monts Jura l. c. — L'auteur a d'ailleurs soin de dire que ce tracé a un caractère provisoire.

tandis qu'au sud de cette ligne, les plus hautes chaînes Colombier-Valromey présentent une flore alpine appauvrie au moins du 50 %. C'est l'inverse qui a lieu dans les étages inférieurs pour les éléments méridionaux : très abondants et très variés au sud de la ligne Bellegarde-Nantua, ils diminuent très rapidement au nord de cette ligne. Aucun doute, par conséquent, de la légitimité de la frontière donnée par M. Magnin jusqu'à la plaine de Nantua. En revanche, nous ne pouvons suivre cet auteur dans le tracé sinueux qu'il a adopté à partir de ce point vers l'ouest. Il n'y a aucun moyen de tracer une ligne allant du bassin de Nantua à Thoirette, ou Arinthod, sans couper de la façon la plus artificielle le long massif qui, partant de Cerdon, borde la rive gauche de l'Ain. Et de Thoirette, ou d'Arinthod, pour regagner le Revermont à la hauteur de Ceyzeriat, il faut couper de la façon la plus artificielle plusieurs chaînes. — Nous croyons que M. Magnin a donné trop d'importance au fait que certaines espèces d'allures méridionales remontent assez haut dans la vallée de l'Ain, et à la présence d'une ou deux espèces méridionales très saillantes dans la partie australe de la chaîne du Revermont (en particulier le *Carlina acanthifolia*). Ne retrouve-t-on pas en effet, bien plus au nord, des espèces méridionales très remarquables *(Rhamnus saxatilis, Cytisus capitatus* et surtout *Quercus Cerris)* ! A notre avis, toute coupure des chaînes occidentales du Jura au nord du débouché de l'Ain dans la plaine restera toujours très artificielle. Le seul moyen de limiter naturellement le Jura méridional, dans la région critique en question, consiste à ramener la frontière à partir de la région Brion-Port-de-Nantua, sur Poncin, en passant par Maillat, La Balme et Cerdon. Ce tracé a le très grand avantage de ne pas couper artificiellement les chaînes du Jura occidental, puisqu'elle aboutit au décrochement Poncin-Pont-d'Ain, tout en suivant une dépression de terrain assez profonde pour avoir servi à l'établissement d'un chemin de grande communication. En outre, il sépare d'une façon heureuse les colonies xérothermique du Jura méridional de celles (moins riches et assez différentes) du Jura occidental. Enfin, elle oppose très heureusement le massif des Monts d'Ain encore relativement riche en éléments subalpins, aux chaînes du Revermont, du mont Bosset et de Montenant qui en sont quasi dépourvues.

J. Briquet. *La myrmécochorie du Buis (Buxus sempervirens L.).*

Au cours d'herborisations faites en juillet 1906, dans la vallée d'Asco (Corse), notre attention a été attirée sur la présence dans les creux des rochers sur lesquels est tracé le sentier de Moltifao à Asco, d'accumulations de semences allongées et d'un noir lui-

sant. Nous ne tardâmes pas à constater que ces accumulations étaient de simples dépôts d'étapes organisés par des fourmis. Et en effet, des colonnes très lâches de ces insectes partaient des dépôts en question pour aboutir aux fourmilières, tandis que d'autres arrivaient à la buxaie voisine. Cette dernière circonstance nous facilita la détermination des semences ; une rapide comparaison nous montra qu'elles provenaient du buis.

La récolte des semences du buis par les fourmis se fait à terre sous le couvert du maquis. Nous avions d'abord attribué l'absence complète de semences dans les fruits ouverts, au pillage de ces fruits *in situ* par les fourmis. Mais cette idée n'a pas été confirmée par l'observation. Les capsules du buis, indurées-ligneuses à la maturité, s'ouvrent en effet en trois valves couronnées chacune par deux cornes correspondant chacune à un demi-style. En outre, chaque loge se fend encore souvent longitudinalement et irrégulièrement. Ce travail a pour effet de projeter spontanément les semences au dehors.

Les semences du buis, au nombre de deux par loge, sont cylindriques-oblongues, et en même temps obtusément trigones ; la face dorsale est légèrement bombée-convexe, tandis que les faces latérales sont légèrement creusées en gouttière. Longues d'environ 6 mm., les semences sont plus longuement atténuées à l'extrémité inférieure libre, et couvertes d'un test noir, lisse et luisant. A l'extrémité supérieure, le côté raphéal (dorsal) de la semence se prolonge en une sorte de bec hilaire d'abord étroit, puis élargi et recourbé à la fin sur la cîme de la semence. Du côté opposé, correspondant à l'arête ventrale de la semence, il existe aussi une saillie micropylaire, mais moins développée et ne formant pas de bec. Entre les deux saillies ou lèvres, il existe donc un sillon plus ou moins profond, recouvert par une caroncule née sur les bords de l'exostome, et qui est appliquée sur le sillon à la façon d'une selle. Bien que fort petite, cette caroncule tranche sur le test de la semence par sa couleur blanche ; ses éléments renferment en abondance une huile grasse.

La description que nous venons d'esquisser caractérise les semences du buis comme adaptées à une dissémination par l'intermédiaire des fourmis, le caroncule présentant les propriétés d'un *élæosome*, dans le sens donné à ce terme par M. Sernander[1].

Si nous mentionnons ici le mode de dissémination des semences du buis, ce n'est pas seulement parce que la myrmécochorie de cette essence avait échappé à nos prédécesseurs, mais aussi parce que ce phénomène pourra peut-être expliquer certaines anomalies

[1] R. Sernander. Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren. Upsala u. Stockholm 1906.

de distribution. S'il venait, par exemple, à être démontré que les semences du buis ne sont charriées que par certaines espèces de fourmis méridionales de grande taille, il deviendrait possible d'établir un rapport entre la distribution géographique ou topographique des insectes et de l'essence. Ce qui rendrait des recherches dans cette direction intéressantes, c'est que le buis possède une distribution topo-géographique capricieuse dans les colonies xérothermiques du bassin du Rhône[1] et que, d'autre part, M. Stoll a montré que certaines colonies xérothermiques étaient aussi caractérisées par la présence de fourmis méridionales[2] déterminées.

Séance générale annuelle du 18 janvier

E. Chaix. Rapport annuel. — Dr Ch. Bernard. Les Phanérogames saprophytes de Java.

M. E. Chaix, président sortant de charge, donne lecture de son rapport sur l'activité de la Société en 1911. Ce travail contient les biographies de MM. F. Plateau, W. Spring, A. Michel-Lévy, W. Louguinine, J.-D. Hooker, membres honoraires, décédés pendant l'année.

Dr Ch. Bernard. *Les Phanérogames saprophytes de Java.*

Par opposition aux *autophytes,* on a appelé *holophytes* les plantes qui, dépourvues de chlorophylle, sont incapables de tirer le carbone dont elles ont besoin de l'acide carbonique de l'air, mais doivent le chercher dans des substances organiques d'origine végétale ou animale. Parmi ces holophytes, il faut distinguer les *parasites* qui tirent leur carbone d'organismes vivants, et les *saprophytes* qui le tirent de substances en voie de décomposition ; il est d'ailleurs difficile d'établir une ligne de démarcation bien nette entre le saprophytisme et le parasitisme à ses divers degrés.

Laissant de côté tout le grand groupe des cryptogames saprophytes, qui comprend la plupart des champignons, nous ne nous occuperons que des Phanérogames dépourvues de chlorophylle, dont nous avons eu l'occasion d'étudier plusieurs espèces.

La nature tropicale, par suite de la forte chaleur et de la grande humidité, favorise le développement d'une végétation luxuriante,

[1] Ainsi par exemple, dans le Jura savoisien, le buis abonde au Mont Vuache, tandis qu'il manque à la Balme de Sillingy dans des conditions identiques de terrain, d'exposition et d'altitude, et cela seulement à une douzaine de kilomètres de distance à vol d'oiseau.

[2] Stoll. Ueber xerothermische Relikte in der Schweizer Fauna der Wirbellosen. *Festschr. geogr. ethnogr. Ges. Zürich,* 1901.

qui a pour résultat une formation considérable d'humus. On conprendra donc que ce soit là la terre de prédilection des saprophytes, qui sont par exemple particulièrement abondantes sous les bambous ; dans un petit bois de bambous, près de Buitenzorg, on ne trouve pas moins d'une dizaine de types différents. Pour Java, on a décrit plus de 30 espèces, appartenant à diverses familles : Orchidées (10 genres, 20 espèces environ), Burmanniacées (4 genres, 10 espèces), Triuridacées (1 genre, 3 espèces), Gentianacées (1 genre, 1 espèce), Polygalacées (1 genre, 2 espèces). Il est intéressant de constater que le travail d'ensemble sur les Saprophytes des Indes-Occidentales de Johow ne cite qu'un petit nombre d'Orchidées, 5 Burmanniacées, 1 *Sciaphila* (Triuridacée) et 5 espèces de *Voyria* (Gentianacées voisines de notre *Cotylanthera*).

Lors de son séjour à Java, M. le Prof. Ernst, de Zurich, m'a proposé de faire, avec lui, l'étude des types que nous avions récoltés, et des quelques échantillons rapportés de Nouvelle-Guinée par le Dr Versteeg. En outre, et à titre de comparaison, nous examinerons quelques types autophytes proches parents des saprophytes que nous possédons.

Morphologiquement, ces plantes se distinguent par leur petiet taille ; pourtant, les Orchidées du genre *Galeola,* peuvent atteindre à des dimensions relativement considérables ; elles sont caractérisées par l'absence de couleur verte, et par la présence de pigments diversement colorés, puis par leurs feuilles réduites à de très petites écailles éparses sur la tige. Les Burmanniacées, entre autres, sont fort élégantes et parmi elles, les *Thismia*, dont les parties aériennes peuvent n'avoir que quelques centimètres de haut, sont tout particulièrement gracieuses ; leur corolle est surmontée de longues pointes grêles ou d'une sorte de petite mitre.

Au point de vue anatomique, il n'y a guère de caractères communs à l'ensemble de ces plantes, si ce n'est la délicatesse de tissus, et l'absence dans les feuilles d'assises palissadiques et de stomates.

L'embryologie ne nous a pas montré jusqu'ici de caractères qui puissent être interprêtés comme constants et comme étant en relation avec le mode de vie, si ce n'est — caractère dont la signification nous échappe encore — la réduction des antipodes, constatée également chez des plantes parasites que nous avons étudiées antérieurement.

Nous avons jusqu'ici plus spécialement porté notre attention sur les Burmanniacées, dont les graines, petites, sont pourvues d'un albumen bien caractérisé. Treub qui, le premier, a mis ce fait en évidence, en a tiré un argument pour séparer les Burmanniacées des Orchidées et les rapprocher des Taccacées. A la partie inférieure de l'albumen, un appareil spécial, que nous avons

appelé « appareil basilaire », joue peut-être un rôle dans la conduction des substances nutritives. Il a la même origine que la cellule-suçoir de l'albumen de *Lathræa* et d'autres Scrophulariacées : le noyau secondaire du sac s'étant divisé, il donne naissance à deux noyaux, dont le supérieur se divisera pour donner l'albumen et dont l'inférieur restera indivis ou se divisera très peu, pour devenir le ou les noyaux de l'appareil basilaire.

Si les organes aériens ne nous ont pas montré de détails permettant d'établir une loi générale entre les diverses saprophytes, les organes souterrains par contre ont été, à cet égard, plus intéressants. La plupart d'entre eux se distinguent par des dimensions considérables, relativement à la petitesse des organes aériens. Ce sont des rhizomes charnus, parfois énormes, simples ou ramifiés, ou biens des racines lobées, coralloïdes, renflées, etc. Les cellules corticales de ces organes sont, pour la plupart, farcies de filaments mycéliens vivant en symbiose avec la phanérogame. Ces associations d'organismes ont été nommées *mycorrhizes* ; très vraisemblablement, le champignon emprunte à la plante supérieure des substances élaborées, sans doute des albuminoïdes, tandis que la phanérogame, incapable de tirer son carbone de l'air, le reçoit du champignon qui va le chercher dans les substances organiques de l'humus. Quoique des expériences méthodiques ne soient pas encore venues démontrer la justesse absolue de cette opinion, certains faits semblent appuyer cette théorie : une Orchidée, le *Didymoplexis*, par exemple, forme sous le sol de longs cordons portant ici et là des renflements plus ou moins irréguliers, retenus aux débris végétaux de l'humus par une sorte de feutre blanc ; celui-ci est constitué par les hyphes du même mycélium qui remplit les cellules des mycorrhizes. Des expériences basées sur des cultures pures du champignon permettront seules d'élucider les divers problèmes qui se posent au cours de l'étude de ces intéressants organismes.

Séance du 1er février

Prevost et Maunoir. Contribution à l'étude des mouvements du pylore. — Ed. Claparède. Nouvelle méthode de mesure de la sensibilité et des processus psychiques. — R. Chodat. La crésol-tyrosinase, nouveau réactif des protéines et de leurs dérivés. — L. Duparc. Carte topographique et géologique du Koswinsky au $^1/_{25\,000}$. — Le même. Titration du fer en présence d'acide phosphorique. — Le même. Séparation du palladium d'avec le cuivre et le fer.

M. Prevost rend compte d'expériences faites dans le laboratoire de physiologie de l'Université, sous sa direction, par M. Roger Maunoir, et intitulées *Contributions à l'étude des mouvements*

du pylore, que M. Maunoir publie comme thèse inaugurale de docteur.

Un exposé historique résume les principales publications relatives à cette question. La plupart des auteurs ont étudié les contractions générales de l'estomac, comme l'a en particulier fait F. Battelli. M. Maunoir limite son étude au pylore.

1° Une première série d'expériences ont été faites sur un chien, sur lequel on avait pratiqué l'isolement du pylore en maintenant son innervation. Quand cet animal fut rétabli, il servit à de nombreuses expériences relatives à l'excitation et à l'inhibition des contractions du pylore, que l'on enregistrait au moyen d'une ampoule demi dure (tétine de biberon) en relation avec un tambour de Marey.

On a pu ainsi constater l'existence d'un rythme régulier, interrompu par quelques pauses de 30″ à 40″, et ayant lieu toutes les 15 à 20 secondes. Ces contractions n'ont été modifiées ni par un jeune de 48 heures, ni par l'alimentation.

L'action de divers médicaments, les uns excitateurs, les autres inhibiteurs (d'après les expériences de Battelli) a été étudiée.

La *pilocarpine* a amplifié les contractions ; l'*apomorphine* légèrement, le vomissement a produit un tracé spécial identique au vomissement provoqué par la *nicotine*, qui a été temporairement inhibitrice. Le vomissement est précédé d'une pause suivie d'une contraction énergique.

L'*atropine*, le *chloral*, l'*éther* ont été inhibiteurs.

L'*alcool* et la *peptone* ont été sans effet.

Comme action locale l'*acide chlorhydrique* a inhibé légèrement les contractions du pylore, tandis que le carbonate de soude (1 %) est resté sans effet.

Le chien atteint de pneumonie a été sacrifié trois mois et demi après l'opération. Le nerf vague *droit*, sectionné 24 heures avant ls mort et excité le lendemain, a inhibé les contractions du pylore, qu'excitait au contraire l'électrisation du vague *gauche* resté intact.

2° Dans une seconde série. Sur des chiens et des chats décérébrés ou immobilisés par piqure du bulbe, et maintenus à l'abri du refroidissement, M. Maunoir a mis en évidence : 1° l'antagonisme entre l'atropine et la pilocarpine ; 2° l'antagonisme entre le vague et le splanchnique. Ce dernier, excité quelques secondes avant le vague, inhibait l'action du vague.

De nombreux tracés ont été montrés à la Société.

3° Une troisième série a été faite chez un chat immobilisé par piqure du bulbe. M. Maunoir a déterminé les modifications apportées à l'écoulement d'un liquide par le pylore (solution d'Hcl 4 ‰) par l'excitation du vague et du splanchnique. Il

résulte de ces épreuves que l'électrisation du splanchnique rétablit (par inhibition) l'écoulement suspendu par l'électrisation du vague (excitateur des contractions).

4° Dans une quatrième série a été étudié l'écoulement par le pylore de liquides de réactions diverses introduits dans l'estomac, pour répéter sur des animaux décérébrés et maintenus vivants par la respiration artificielle, les expériences que Cannon a faites sur des estomacs séparés du corps.

Ces liquides étaient introduits par une sonde œsophagienne, en communication avec une burette de Mohr. Leur écoulement par le pylore était contrôlé au moyen d'un tube introduit dans la première partie du duodénum. On déterminait ainsi la quantité de liquide qu'il fallait introduire dans l'estomac pour provoquer l'écoulement par le pylore. Cette quantité représentait pour chaque liquide son *coefficient d'évacuation*. Ces expériences montrent que ce coefficient est d'environ 30 à 40 centimètres cubes pour les solutions d'acide chlorhydrique 4 °/oo, et de 60 à 70 centimètres cubes pour l'eau — et de 150 et même davantage pour les solutions alcalines.

M. Ed. Claparède communique une *nouvelle méthode de mesure de la sensibilité et des processus psychiques*, consistant en une application nouvelle du calcul des corrélations à la psychologie.

Jusqu'ici, le calcul des corrélations a toujours eu pour objet la détermination de la corrélation existant entre deux ou plusieurs fonctions mentales, considérées chez une série d'individus, ou dans une série de tests chez un même individu. C'est du reste là son objet propre.

M. Claparède a pensé que le calcul de corrélation pourrait aussi servir à apprécier, dans une certaine mesure, la précision avec laquelle un même sujet classe une série d'objets, lorsqu'on peut rapporter le classement subjectif effectué à un classement objectif. Il donne à ce procédé le nom de *Méthode d'ordonnance*.

Sensibilité : Le sujet doit classer, par exemple, par ordre de poids, douze objets identiques comme aspect, et formant une série régulière allant de 100 à 111 gr. En évaluant, par la formule habituelle (de Bravais), la corrélation existant entre l'ordre subjectif et l'ordre objectif de ces poids, on obtiendra un coefficient (r) qui mesurera évidemment la précision d'un processus psychique, dans lequel la sensibilité dite musculaire a une grande part. Car il est bien évident que si la sensibilité est parfaite, si toutes les différences de poids sont correctement ressenties, l'ordre subjectif reproduira fidèlement l'ordre objectif, et par conséquent la corrélation sera absolue ($r = 1$). Si, au contraire, les diffé-

rences entre les poids sont toutes au-dessous du seuil de la sensibilité, les poids seront classés au hasard, et la corrélation sera nulle, ou ne dépassera pas notablement l'erreur probable. Les valeurs intermédiaires de r indiqueront donc des degrés intermédiaires de sensibilité.

Une telle détermination peut être faite avec tous les stimuli capables de constituer des séries quantitatives objectives pouvant être facilement ordonnées par le sujet (odeurs, goûts, série de lignes pour l'estimation oculaire, nuances de couleur, etc.).

Assurément, cette méthode nouvelle n'a aucunement, pour la sensibilité, la précision des méthodes courantes : en effet, même un sujet pour lequel les différences d'un stimuli à l'autre sont au-dessous du seuil sensible, peut cependant effectuer des séries convenables, en se dirigeant d'après des stimuli plus éloignés dans la série. On ne sait donc trop quelle valeur de r peut être considérée comme marquant le seuil de la sensibilité différentielle. On peut concevoir cependant que si le seuil est très bas et correspond à la différence séparant deux stimuli successifs, il doit être représenté par une valeur inférieure à 1, mais très voisine de ce nombre. Au contraire, le seuil équivalent à la différence entre les stimuli extrêmes de la série objective, doit être indiqué par un coefficient dépassant l'erreur probable, mais très voisine de cette valeur.

Un autre petit inconvénient de la nouvelle méthode est que si l'on désire que r ait quelque précision au point de vue mathématique, il faut opérer avec des séries aussi longues que possible ; or des séries trop longues sont défectueuses au point de vue psychophysiologique à cause de la fatigue que nécessite leur classement, et aussi parce que leurs termes extrêmes se rapportent à des dégrés trop différents de sensibilité.

Si cette méthode nouvelle est donc peu propre, à ce qu'il semble au premier abord, à déterminer des seuils de sensibilité en vue de recherches exactes de psychophysique, elle peut, au contraire, jouer un rôle utile comme test pour la psychologie individuelle, où il s'agit moins d'étudier la fonction sensorielle d'une façon absolue que de comparer entre eux des sujets différents, ou de comparer un même individu dans des circonstances différentes. Cette méthode présente cet avantage qu'elle permet une épreuve *rapide*, qu'elle *intéresse* davantage le sujet qu'une épreuve par la méthode des limites ou par la méthode de constance, et qu'elle se rapproche davantage des *conditions de la vie réelle*, puisque le sujet peut se contrôler et se corriger lui-même, avant de donner son verdict. Elle est particulièrement indiquée pour des recherches sur les enfants. Elle a encore l'avantage de permettre au sujet de *se mesurer tout seul*, pour ainsi dire ; il n'y a pas besoin qu'un expérimentateur soit mobilisé pour chaque sujet ; on peut donc

poursuivre des expériences sur soi-même. On peut aussi examiner quantité de sujets à la fois, pourvu que l'on ait plusieurs séries à disposition. Le *temps* employé au classement peut fournir aussi un élément intéressant d'information.

De nouvelles expériences devront être faites pour voir si la loi de Weber se laisse commodément démontrer par ce procédé (voir, par exemple, si une série de poids allant de 100 à 111 gr. donne, pour un même sujet, le même coefficient qu'une série allant de 1000 à 1100 gr.) ; dans ce cas il se recommanderait pour les exercices pratiques de laboratoire.

Mémoire : Le procédé décrit permet aussi d'apprécier par un chiffre la mémoire de l'ordre spatial ou temporel. La série présentée au sujet doit être reconstituée de mémoire, et l'on évalue le coefficient exprimant la corrélation entre l'ordre de la série présentée, et celui de la série reconstituée. La méthode d'ordonnance pourra désormais prendre rang parmi les méthodes de mesure de la mémoire.

Autres processus psychologiques : La nouvelle méthode peut s'appliquer à l'appréciation de tout processus grâce auquel un ordre peut être effectué, pourvu qu'il puisse être rapporté à un ordre objectif. On peut concevoir des applications à l'étude de l'*imitation*, de la *suggestibilité*, et à celle du *jugement* (dans ce dernier cas, présenter à un enfant douze vignettes mélangées, constituant une histoire sans paroles ; l'enfant doit rétablir leur ordre naturel ; le coefficient indiquera de combien le sujet s'est écarté de cet ordre ; test utilisable pour le classement des enfants arriérés).

Variabilité d'une personne : La variabilité d'une personne est un facteur individuel intéressant à déterminer. La méthode d'ordonnance le permettra aisément : il faudra cette fois établir la corrélation entre deux séries subjectives exécutées par le même sujet à différentes époques. Par exemple, la façon dont il a sérié les poids un certain jour, avec la façon dont il les a sériés un autre jour. La variabilité pour la fonction testée sera exprimée par le coefficient trouvé.

Ressemblance psychologique entre deux personnes, A *et* B : Dans ce cas, on cherchera la corrélation entre l'ordre fourni par A pour un certain test, et celui fourni par B pour le même test. Le coefficient exprimera évidemment le degré de ressemblance entre les deux sujets sous le rapport du test en question.

Des déterminations de ce genre pourraient contribuer à l'étude expérimentale de l'*hérédité psychologique :* si l'on voulait, par exemple, rechercher s'il y a plus de rapport de goût esthétique entre A et ses filles qu'entre A et ses fils, ou entre A et des neveux ou des personnes étrangères à sa famille, on disposerait, par

exemple, l'expérience comme suit : chacun de ces sujets devrait classer par ordre de beauté 50 dessins, soit 50 cartes postales illustrées représentant des tableaux. On relèverait l'ordre effectué par chacun, et on rechercherait, par la formule habituelle, le degré de conformité entre cet ordre et celui effectué par A. La ressemblance héréditaire serait ainsi mesurée par le coefficient de corrélation obtenu pour chaque couple de comparaison.

R. Chodat. *La constitution des matières protéiques et un nouveau réactif des protéines et de leurs dérivés.*

M. Chodat expose l'ensemble des résultats qu'il a obtenus à partir du réactif qu'il appelle crésol-tyrosinase. On sait que la tyrosinase rougit la tyrosine et finit par produire un pigment noir, la mélanine ; l'auteur a montré, en outre, avec Staub que le ferment attaque aussi les peptides à tyrosine, et leurs recherches ont été confirmées par Abderhalden et par Bertrand. Il a aussi montré que le p-crésol, en présence d'acides aminés et de tyrosinase, prend une coloration rouge qui fournit un superbe pigment bleu avec dichroïsme excessif. Pour pouvoir se servir d'un réactif inéquivoque, il faut préparer une tyrosinase dépourvue d'acides aminés ; alors la tyrosinase donne avec le p-crésol une couleur jaune, puis jaune orangé. C'est ce que l'auteur appelle tyrosinase purifiée (extraite du *Solanum tuberesum*).

On a tout d'abord cherché à résoudre cette question de savoir si l'acide aminé, glycocolle, agit dans cette réaction comme catalyseur ou comme molécule entrant en réaction. Comme il faut, pour une réaction qui se fasse jusqu'au bout, une quantité au moins équimoléculaire, et souvent deux ou trois fois plus considérable d'acide aminé, cette dernière substance n'a pas un effet catalytique mais elle entre réellement en réaction. On a essayé alors les acides aminés suivants : glycocolle, d-alanine, l-alanine, d-valine, d-leucine, l-leucine, d-arginine, phénylglycocolle, phényl-l-alanine, oxyphényl-d-alanine, proline (acide α pyrrolidine carbonique) tryptophane (indol-alanine), asparagine (amide de l'acide aspartique), glutamine (amide de l'acide glutamique), cystine tous ces acides aminés fournissent la réaction, mais chacun selon son type et selon une vitesse variable ; la proline fournit une teinte rouge fuchsine caractéristique ; les deux alanines virent difficilement au bleu. Les acides aspartiques et glutamiques sont trop acides pour donner cette réaction. Par contre, l'acide anthranilique n'a aucune action ; c'est pourtant des acides aminés de la série aromatique celui qui rappellerait le plus les acides aminés α.

On a ensuite examiné l'effet du réactif sur les polypeptides glycylglycine, glycyl-l-tyrosine, diglycyl-glycine, glycyl-d-alanine, l-leucyl-l-leucine.

Tous donnent une coloration rouge qui passe au bleu avec dichroïsme caractéristique. Le glycyl-d-alanine vire au vert herbe, le diglycylglycine au violet gentiane. La coloration est plus intense que ne le fait supposer la présence de groupes NH_2 et COOH libres. Les groupes —CO.NH— semblent avoir en présence des précédents une action additionnelle. Les teintes et la vitesse varient dans chaque cas.

Par contre le benzoyl-glycocolle, même neutralisé, est inactif. Donc, à eux seuls, les groupes —NH.CO— sont inactifs. L'anhydride cyclique glycylglycine anhydride ne fournit pas la réaction : Confirmation de l'observation qu'à eux seuls les —CO.NH— sont sans effet.

L'auteur a passé des polypeptides aux peptones et aux albumoses. Il a séparé de la peptone de Witte, par précipitation fractionnée, par le NaCl des fractions successives. Quand les peptones sont suffisamment dégradés, elles finissent par donner la teinte bleue finale avec dichroïsme rouge. Une ancienne peptone de Witte bleuit à peine, après avoir rougi fortement. L'intensité de la réaction et le verdissement ou bleuissement augmentent dans les portions successives précipitées. Il faut remarquer que ces fractions ne fournissent pas la réaction directe (sans p-crésol) des peptides à tyrosine. Donc, leur action dépend des groupes COOH et NH_2, indépendamment de la tyrosine ou des polypeptides à tyrosine dont l'auteur a décrit précédemment le mode de réagir.

L'ovalbumine (albumine vraie), l'édestine pure du chanvre (globuline végétale), la gélatine, tous ces corps protéiques donnent, dans les mêmes conditions, une teinte rose caractéristique sans bleuissement, lorsqu'ils sont en solution neutre, saline ou légèrement alcaline. La caséine du lait fait de même. Traités par des ferments protéolytiques ces matières protéiques donnent naissance à des produits qui rougissent et bleuissent plus ou moins rapidement selon leur dégradation. La caséine du lait bouilli plus lentement que celle du lait frais.

Dans ces conditions le réactif crésol-tyrosinase est spécifique pour les matières protéiques et leurs dérivés et permet de suivre pas à pas la protéorlastie. Ces recherches montrent, par une méthode directe et inéquivoque, que les protéines sont des chaînes de peptides.

Elles permettent de suivre la protéolyse par les ferments et les microorganismes, de saisir les moindres changements dans la nature des protéines naturelles ou dénaturées, et de suivre l'action des microorganismes. La sensibilité de ce réactif atteint $^1/_{200\,000\,000}$. On peut remplacer dans cette réaction le p-crésol par le phénol, la pyrocatechine, etc. La caffeine, la pipéridine, la morphine, l'urée, le biuret, la chlorophylle n'ont pas d'action. L'indol entre

en réaction, mais ne donne pas naissance à un pigment soluble dans l'eau, mais à des paillettes insolubles, à éclat métallique bleu, et solubles en rouge dans le chloroforme, l'éther, l'alcool. Comme le méthyl-indol skatol ne réagit pas, on peut se servir de cette réaction pour rechercher l'indol dans le distillé d'une fermentation. Contrairement à ce qui a été dit, la tyrosinase ne réagit pas à elle seule sur le tryptophane. Le pigment bleu soluble dans l'eau est une matière colorante qui colore soie, laine et coton mordancé. La formation de ces divers pigments est de nature à faire comprendre l'origine des pigments solubles des Bactéries (B.pyocyaneus B.prodigiosus, etc.), ceux des Cyanophycées des Rhodophycées, et celle des pigments insolubles, l'origine des chlorophylles et de leurs dérivés.

M. le prof. L. Duparc présente sa *carte au* $^1/_{25\,000}$ *topographique et géologique du Koswinsky*, levée pendant l'été 1911-1912 avec le concours de Mlle M. Tikonowitch et de M. Henry Sigg. L'auteur donne quelques renseignements sur la façon dont cette carte a été dressée, sur les difficultés rencontrées pour les levés topographiques dans un pays aussi couvert, et sur les résultats obtenus.

M. Duparc fait une communication sur la *titration du fer en présence d'acide phosphorique*, travail entrepris à son instigation par MM. Wunder et Stoïkoff. Ces messieurs ont tout d'abord trouvé que tous les ferro-alliages, les plus rebelles à toute attaque (ferro-chrome, ferro-zircon, tungstène, etc.), se dissolvent aisément dans l'acide phosphorique, avec dépôt de carbone. Le travail qu'ils ont entrepris a pour but le dosage du carbone par l'intermédiaire de ce procédé, les résultats obtenus à ce sujet seront communiqués sous peu. En cours de travail, ces messieurs ont examiné s'il était possible de titrer exactement le fer en solution phosphorique, et sont arrivés aux curieux résultats que voici :

Quant on dissout un fer carburé dans l'acide sulfurique et titre par le permanganate, puis qu'on fait la même opération en solution phosphorique, on trouve constamment une grave majoration dans le premier cas, comme le montrent les chiffres suivants :

Fonte en solution sulfurique Fe = 97.37 %, en solution phosphorique 95.46 (moyenne de 4 analyses concordantes). Le fer dosé gravimétriquement dans cette fonte, en s'entourant de toutes les précautions, est 95.46 %.

Sur un fil de clavecin qui est presque du fer pur, nous avons observé : par SO_4H_2 99.67, et par PO_4H_3 99.70.

Sur du fer électrolytique, par SO_4H_2 100.05, par PO_4H_3 99.92.

Il paraît donc évident qu'avec des fers carbués, seule la titration en solution phosphorique est exacte, le carbone ne subissant dans ce cas aucune oxydation par le permanganate.

Des dosages faits par le même procédé sur la magnétite, qui se dissout aisément dans l'acide phosphorique, ont donné d'excellents résultats. Il en est de même pour la titration de fer dans les ferro-alliages.

M. le prof. Duparc poursuivant ses recherches sur l'analyse des minerais de la mine de platine a fait entreprendre à MM. Wunder et Thuringer, ses élèves, un travail sur la *séparation du palladium d'avec le cuivre et le fer*. Au cours de ce travail, ces messieurs ont eu l'occasion d'étudier, au point de vue quantitatif, une réaction trouvée par M. le prof. Monnier. Le diméthylglyoxime, en solution alcoolique 1 %, précipite quantitativement le palladium, tandis qu'il est sans action sur le fer, le cuivre, le plomb, le cobalt, le manganèse, le cadmium, le zinc, l'argent, etc. La précipitation se fait en solution légèrement acide au bain-marie. Le précipité est volumineux, jaune, floconneux. Après une demi-heure on peut le filtrer, laver à l'eau chaude et calciner.

Des essais faits d'abord avec le palladium seul ont donné :

Pd pesé	= 0,0245	et	Pd pesé = 0,0245
Pd trouvé	= 0,0241		Pd trouvé = 0,0240

Nous avons alors essayé la séparation avec le cuivre et obtenu dans un mélange les résultats ci-dessous :

Pd pesé = 0,0245	Pd pesé = 0,0249
Pd trouvé = 0,0237	Pd trouvé = 0,0243

Dans un mélange contenant Pd + Fe + Cu, soit 0,0249 Pd, on a trouvé 0,0251 Pd., mais en présence de fer il faut chauffer jusqu'à ce que la liqueur devienne incolore. Le cuivre peut être précipité ensuite par H_2S, le fer par l'ammoniaque.

Voici les résultats de deux séparations où le palladium et le cuivre ont été dosés :

1) Pesé	0,0267 Pd	Trouvé	0,0273 Pd
»	0,1035 Cu	»	0,1043 Cu
»	0,111 Fe	»	0,112 Fe
2) Pesé	0,0267 Pd	Trouvé	0,0263 Pd
»	0,1035 Cu	»	0,0263 Cu
»	0,111 Fe	»	0,112 Fe

La séparation du palladium par le diméthyl glyoxime apparaît donc comme la méthode la plus parfaite pour séparer cet élément.

Séance du 15 février

Ch.-Eug. Guye. — Pierre Prevost et la notion d'équilibre mobile dans les sciences physico-chimiques. — Ch.-Eug. Guye et Berchten. Sur le frottement intérieur du cuivre aux températures élevées. — L. Duparc et Mlle Totkievicz. Action des catalyseurs sur l'oxydation du chlorure stanneux à l'air. — Th. Tommasina, Sur le rôle de l'éther en physique d'après Walther Ritz.

Ch.-Eug. Guye. *Pierre Prevost et la notion d'équilibre mobile dans les sciences physico-chimiques.*

Après avoir rappelé brièvement les conditions dans lesquelles Pierre Prevost découvrit en 1791 le principe de l'équilibre mobile de température, M. Guye insiste sur l'importance considérable que la notion d'équilibre mobile a prise dans les sciences physico-chimiques, par suite du développement toujours plus grand des théories cinétiques. Ces théories sont, à l'heure actuelle, introduites en effet dans la plupart des chapitres de la physique et de la physico-chimie.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer, à ce propos, que la conception que se faisait Prevost du calorique rayonnant, loin de diminuer l'importance de sa géniale découverte, en augmente encore l'intérêt. En effet, en supposant au calorique rayonnant une constitution corpusculaire, la notion d'équilibre mobile s'est trouvée en quelque sorte toute adaptée aux nombreuses théories cinétiques qui se sont développées depuis (théories cinétiques électroniques, atomiques ou moléculaires, ou même particulaires comme c'est le cas dans le mouvement brownien et la théorie des colloïdes).

Bien que la notion générale d'équilibre mobile soit implicitement contenue dans les théories cinétiques de Daniel Bernoulli, et même de Lesage, la netteté avec laquelle ce principe a été énoncé par Pierre Prevost pour la température est tout à fait remarquable ; elle dénote un esprit scientifique de premier ordre.

D'ailleurs, ces qualités de clarté et d'éloquence se retrouvent dans les divers écrits de Prevost; elles contrastent avec la diffusion et la complication des démonstrations d'un grand nombre de savants de la même époque.

Dans la seconde partie de sa communication, M, Guye passe en revue tout un ensemble de phénomènes physiques, dans lesquels intervient cette notion fondamentale d'équilibre mobile ; rayonnement d'abord, puis conductibilité thermique, diffusion, conductibilité électrique (théorie électronique), paramagnétisme (théorie de Langevin), équilibres physico-chimiques, etc. Il n'est presque

pas de chapitre de la physique moderne où cette notion n'intervienne plus ou moins directement.

En terminant, M. Guye rappelle que Pierre Prevost fut un des professeurs les plus distingués de l'Académie de Genève, dont l'Université actuelle est l'héritière. Aussi la Faculté des Sciences a-t-elle décidé, en principe, d'honorer à bref délai la mémoire de Pierre Prevost. M. Guye ne doute pas que la Société de Physique, dont Pierre Prevost fut un des premiers et des plus illustres membres, ne veuille bien se joindre à cet hommage rendu à l'un des savants genevois qui ont le plus illustré leur patrie.

La communication de M. C.-E. Guye paraîtra *in extenso* dans un des prochains numéros des *Archives*.

M. le Prof. C.-E. Guye rend compte des premiers résultats obtenus en collaboration avec M. Ed. Berchten sur le *frottement intérieur du cuivre aux températures élevées*.

Les expériences ont été effectuées à des températures variant de 380° à 150°; les oscillations étant enregistrées photographiquement.

Ces expériences ont montré que dans ces conditions le décrément est indépendant de la vitesse avec laquelle le cycle est parcouru. Ce résultat confirme des expériences préliminaires antérieures effectuées sur l'argent à 100°, et publiées en 1910 par MM. C.-E. Guye et V. Fredericksz.

En étudiant les courbes de la déformation en fonction du temps, pour l'expérience à 380°, qui, par suite de l'importance de l'amortissement, présente le plus de garantie, on reconnaît que, dans la limite des erreurs expérimentales, la forme de la courbe est indépendante de la durée de la période; toutefois la précision n'est pas très grande.

Il en résulte qu'au lieu d'exprimer le mouvement amorti par l'équation bien connue

$$K \frac{d^2 a}{dt^2} + C \frac{da}{dt} + Wa = 0$$

dans laquelle le terme d'amortissement est proportionnel à la vitesse $\frac{d\alpha}{dt}$, on peut la remplacer par l'expression

$$K \frac{d^2 a}{dt^2} + f(a) + Wa = 0$$

l'amortissement n'étant alors fonction que de la déformation. Quant à la forme de cette fonction, il est difficile de la déterminer avec précision, mais l'étude des graphiques montre cepen-

dant que, dans le cas particulier, elle ne peut être représentée par les formes simples $A\alpha$ ou $B\alpha^2$.

D'autre part, comme le système revient très exactement à sa position d'équilibre, $f(\alpha)$ doit toujours être plus petit que $W\alpha$ et doit s'annuler pour $\alpha = 0$.

Cette hypothèse est la plus simple à première vue, mais elle n'exclut pas certaines hypothèses plus complexes dans lesquelles la vitesse interviendrait par une sorte de compensation qui ferait disparaître son influence apparente.

A noter que le fil de cuivre utilisé dans ces expériences a été longtemps recuit et qu'une coupe métallographique faite sur un fil témoin, par M. le Dr G. Baume, n'a pas révélé de différence de structure entre la partie médiane et périphérique de la section.

Sans entrer, pour le moment, dans l'explication du mécanisme intime du frottement intérieur, il n'est pas sans intérêt de constater que la notion d'un cycle, qui serait indépendant de la vitesse avec laquelle il est parcouru, créerait une parenté très remarquable entre les cycles dus au frottement intérieur, et les cycles d'aimantation qui jouissent dans de larges limites de la même propriété.

M. le Prof. Duparc présente une communication sur un travail effectué à son instigation et sous sa direction, par Mlle Totkievicz, travail ayant pour but l'étude de l'*oxydation des solutions de chlorures stanneux en présence de l'oxygène de l'air*, avec et sans catalysants.

On opérait avec des solutions M/50 de chlorure stanneux, M/2 d'acide chlorhydrique, et on titrait par une solution M/100 d'iode. Les solutions de chlorure stanneux étudiées étaient placées dans des vases de diamètre déterminé, et exposées pendant des temps variables à l'action de l'air à température constante. Les principaux points vérifiés sont les suivants :

Vitesse d'oxydation à l'air. — On opérait avec des flacons de 200 cm³. et de même diamètre :

1re série. Témoin 0, après 2 jours 12,73 % oxydée, après 11 jours 69,94 %, 12 jours 77,56 %.

2me série. Témoin 0, après 6 jours 35,92 %, après 11 jours 69,33 %.

3me série. Témoin 0, après 2 jours 16,21 %, 9 jours 62,87 %, 14 jours 96,08 %.

Influence de la concentration. — Opéré dans les mêmes conditions avec deux concentrations M/50 et M/100 pendant 1 et 3 jours :

M/50 après 1 jour 7,3 % oxydée, après 3 jours 24,5 %.

M/100 après 1 jour 13,88 % oxydée, après 3 jours 47,2 %.

Il résulte de ceci 1° que l'oxydation est proportionnelle au temps, 2° qu'elle varie en raison inverse de la concentration, ce qui tient peut-être à l'état de ionisation des deux solutions.

Influence de la surface. — Opéré sur 200 cm³. de solution M/50, placé dans 4 récipients. Nos I, II, III, IV, de diamètres respectifs 17,8, 13,7, 10,9 et 7,7. Oxydation pendant 24 heures :

I = 79,5 % oxydée; II = 65,48 %; III = 43,33 %; IV = 22,11 %.

Soit S1, S2, S3, S4 les surfaces et X1, X2, X3, X4 les % oxydés, on a :

$$\frac{S1}{S2} = 1{,}69 \quad \frac{X1}{X2} = 1{,}21 \quad \frac{S2}{S3} = 1{,}57 \quad \frac{X2}{X3} = 1{,}58 \quad \frac{S3}{S4} = 2 \quad \frac{X3}{X4}$$

On voit donc que les vitesses d'oxydation sont sensiblement proportionnelles aux surfaces.

Action des catalyseurs. — On a utilisé des solutions M/10 000 de divers catalyseurs en laissant oxyder pendant une période de 12 à 14 jours. Ont donné des résultats nuls : Zn, Al, Mn, Ni, Co, Ba, Ca, Sr, Mg, Na, K, Ur, Cd, Hg, Bi, Pb, Vd, Zr, Ce, Be, Th, La, Cr, Pt. Ont donné des résultats positifs : Pd, Cu, Fe.

Palladium. — 1re série. M/5000 Pd. 3 jours, témoin 19,8 %, oxydée avec Pd 28,6, diff. 8,8.

2me série. 2 jours, témoin 13 %, oxydée avec Pd 24,5, diff. 11,5.

3me série. 4 concentrations différentes pendant 3 jours, témoin 17,1 % oxyde M/50 000 Pd = 18,16, M/10 000 = 20,5, M/5000 = 23, M/1000 = 35,3.

Résultat, légère augmentation croissant avec la concentration du catalysant.

Cuivre. — 1re série. M/10 000 Cu.Cl. 2 jours, témoin 13,33 %, avec catalysant 14,00, diff. 0,67; 11 jours, témoin 65,5 %, avec catalysant 83,8, diff. 13,3; 12 jours, témoin 74,2 %, avec catalysant 91,90, diff. 17,7.

M/5000. 11 jours, témoin 69,4, avec catalysant 90,4, diff. 20.

Résultat faible au début qui s'intensifie plus tard et qui croît avec la concentration.

Fer. — 1re série. Oxydation pendant 3 jours, solution M/50 de chlorure stanneux et concentration variable de chlorure ferreux :

Témoin 16,84 %, M/50 000 26,23 %, M/10 000 75,20 %, M/5000 84,8 %, M/1000 75,28 %, M/500 68,14 %.

2me série, pendant 1 jour même concentration de chlorure stanneux :

Témoin 8,74 %, M/10 000 33,05 %, M/7000 39,54 %, M/5000 40,73 %, M/3000 40,62 %, M/1000 36,70 %.

3me série, 2 jours :

Témoin 16,58%, M/20 000 68,8 %, M/10 000 84,1 %, M/5000 87,5 %, M/1000 81,3, M/100 50,2 %.

4me série, 1 jour :

Témoin 11,8 %, M/1000 58,2, M/100 33,4, M/50 22,7, M/25 18,3.

5me série, oxydation pendant 6 heures avec une grande surface :

Témoin 29,08 %, M/25 58,8 %, M/10 46,2 %, M/2 45,42 %, M/1,5 49,1 %, M/1 51,9 %.

Des expériences préalables ont montré que le chlorure ferreux, en solution acide, ne s'oxyde pour ainsi dire pas dans les conditions indiquées. Il résulte de ces expériences que l'effet maximum du chlorure ferreux comme catalysant se produit à la concentration M/5000, puis cet effet décroît pour recroître ensuite à partir des fortes concentrations.

Action du chlorure d'ammonium. — Nous avons opéré l'oxydation en présence d'ammonium en solution, la concentration étant toujours de M/50 :

1re série. 1/10 000 NH_4Cl. 2 jours, témoin 16,3 %, NH_4Cl 15,5 environ ; 14 jours, témoin 93,3 %, NH_4Cl 88 % environ.

2me série. Même concentration de chlorure staneux et du catalysant :

Témoin 38,04 %, avec chlorure d'ammonium 26,7 %.

Le chlorure d'ammonium paraît donc exercer une action retardatrice et fonctionner comme un catalyseur négatif.

Action de l'acide chlorhydrique. — Opéré pendant 1 jour avec une solution M/50 de chlorure stanneux et des solutions de concentration croissante d'acide chlorhydrique :

M/20 15,33 %, M/2 26,7 %, M/1 34,07 %.

La rapidité d'oxydation paraît donc croître avec la teneur en acide chlorhydrique.

M. Th. Tommasina. *Le rôle de l'éther en Physique, d'après Walther Ritz.*

Walther Ritz publia en 1908 un travail intitulé « *Du rôle de*

l'éther en Physique[1] ». Je crois utile, pour la solution des plus hauts problèmes de la Physique théorique, de soumettre à la discussion quelques-unes des idées qu'y expose ce savant, dont nous tous déplorons la mort prématurée. Ritz aborde la question en mettant en présence, l'une de l'autre, l'hypothèse atomique et l'hypothèse de l'éther. « *Nées toutes deux*, dit-il, *de conceptions métaphysiques, elles ont connu, dans le cours des temps, des vicissitudes nombreuses, et l'expérience aussi bien que la critique leur ont fait, pendant ces dernières années, un sort très inégal.* » Je ne peux reporter ici, dans l'espace forcément limité de cette Note, son exposé historique, je dirai seulement qu'en prenant, comme point de départ, *le fait que l'éther n'a acquis droit de cité en Physique qu'avec Huygens, créateur de la théorie ondulatoire de la lumière* (d'après son expression), Ritz vient à examiner le motif qui a porté Newton à rejeter les conceptions d'Huygens, il montre qu'à cause de la grande autorité de Newton, l'éther ne joua, dès lors et pendant près d'un siècle, qu'un rôle extrêmement modeste, jusqu'à ce que les travaux de Fresnel le remirent en honneur, et donnèrent une immense supériorité aux conceptions de Huygens sur celles de Newton. Je commence ma discussion à propos du jugement suivant, que Ritz porte sur les travaux de Fresnel : « *C'est au sans-gène génial avec lequel le grand savant traite ce côté de la théorie qu'il faut attribuer une partie de son succès. Uniquement guidé par l'étude des phénomènes, il en chercha et en trouva les lois mathématiques, qu'on peut exprimer, sous leur forme plus générale, par une certaine équation aux dérivées partielles du second ordre, et par certaines conditions auxquelles la lumière est assujettie lorsqu'elle se trouve à la surface de séparation de deux corps différents, ou d'un corps et de l'éther. La difficulté de faire mouvoir librement les corps à travers un éther solide ne l'arrêta pas ; il admit même, pour expliquer l'aberration, que l'éther ne partage pas le mouvement de la Terre dans son orbite, en sorte que tous les objets et l'air qui nous entoure seraient parcourus par un vent d'éther à la vitesse de 30 kilomètres à la seconde, sans que nous puissions nous en apercevoir, même par les expériences les plus délicates.* » Je crois que le concept d'un éther solide n'existait pas à l'époque de Fresnel, et je pense que Fresnel avait eu, au moins, une intuition exacte de la vérité, en admettant que l'éther ne partage pas le mouvement de la Terre dans son orbite, car, d'après ce que j'ai publié sur ce sujet avant Ritz, on

[1] *Rivista di Scienza « Scientia »*. Vol. III. Anno II (1908), N° VI-2, p. 260-274.

doit admettre que l'éther, sans se déplacer lui-même, possède des activités internes qui, par des pressions résultant de modifications électromagnétiques, transportent la Terre dans son orbite, ainsi que le Soleil et tous les astres de l'univers, aucune exception n'étant admissible.

A propos du vent d'éther, cité ci-dessus, Ritz, en comprenant que la résistance, que la Terre et les objets éprouveraient, devrait être décelable, est allé droit à la solution simpliste de la négation, non seulement de l'éther métaphysique, mais aussi de tout milieu actif électromagnétique, tel que celui que j'avais décrit, avec plus de précision que précédemment dans ma Note du 20 février 1908 [1], quelques mois avant la publication du travail de Ritz, que j'analyse ici. Au lieu de reconnaître dans le milieu une force motrice de gravitation due à la pression de son activité vibratoire, Ritz a nié le milieu actif et, pour expliquer la transmission des ondulations lumineuses, il a conclu contre la propagation de la lumière par mode de mouvement et en faveur d'une théorie *émanative*. Ritz écrivait : « *Nous sommes ainsi amenés à considérer l'énergie lumineuse comme projetée, et non comme propagée ; nous reviendrons, dans un certain sens, à une théorie émanative de la lumière et de l'électricité, mais sous une forme nécessairement toute nouvelle, et sans oublier un instant qu'il ne s'agit que d'une image destinée à nous rendre sensible le retard qu'éprouvent les actions lumineuses et électriques, retard qui seul est l'objet des expériences.* » L'idée de présenter les hypothèses explicatives comme des images abstraites, qu'on a la tendance de vouloir introduire aujourd'hui, est mauvaise, car elles ne pourraient plus jouer leur rôle de guides expérimentaux pour une science qui est *foncièrement*, purement mécanique. Aucune hypothèse physique ne doit être envisagée comme une image simplement abstraite, sans rapport avec la réalité, on doit y voir le mécanisme réel pouvant produire le phénomène ; tant qu'elle se maintient on doit donc y voir la réalité possible. En effet, ce n'est qu'en considérant le vrai substratum mécanique du phénomène physique, qu'on peut vérifier si les lois connues lui sont applicables, et si en agissant d'après ces lois il peut produire toutes les modifications phénoménales que l'expérience nous montre. Ce n'est que d'après cette manière de juger l'hypothèse physique qu'une discussion sur sa probabilité peut avoir un résultat net et décisif.

Prenons comme exemple l'hypothèse émanative, à laquelle Ritz

[1] Th. Tommasina. Sur l'action exclusive des forces Maxwell-Bartoli dans la gravitation universelle. *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1886, t. XV, p. 297.

voulait revenir, il n'y a qu'à l'envisager comme le substratum mécanique vrai, pour montrer qu'elle n'élimine pas le milieu. Il nous suffira de l'appliquer à un cas spécial. La lumière étant, d'après cette hypothèse, une substance projetée, considérons simultanément toutes les sources rayonnantes, et tenons compte non seulement des activités individuelles en chacune, mais ajoutons-y les actions réciproques ; alors nous constaterons que l'état vrai du milieu sera d'être en chaque point un centre d'entrecroisements de projections toutes convergentes avant d'atteindre le point, et toutes divergentes dès qu'elles l'ont atteint et le dépassent. Or, puisque toutes les sources envoyent constamment des projections de lumière, le milieu constitué de centres ponctuels tels qu'ils viennent d'être décrits ne serait plus le vide mais le plein, et même l'invariablement plein, toujours et partout. Mais un tel milieu n'est autre que le nouvel éther électromagnétique, et de plus la résistance que Ritz croyait éliminer est encore là tout entière, donc le mouvement des astres n'est explicable que par l'activité du milieu.

Ritz termine ainsi son article : « *Concluons. L'expérience ne nous a jamais révélé trace de quelque chose qui subsisterait dans les espaces vides de matière, au sens ordinaire. Il nous sera toujours loisible, cependant, d'y supposer un intermédiaire servant de véhicule aux actions des corps les uns sur les autres, et cette conception pourra même être fort utile, à la condition de ne pas trop la prendre au sérieux, c'est-à-dire à la condition de ne pas oublier qu'il s'agit d'une simple construction mentale et non d'une réalité, construction qu'il faudra abandonner, pour la remplacer par une autre, dès que l'expérience ou l'économie de la pensée l'exigeront.* » Je vais donc paraphraser les conclusions de Ritz de la manière suivante : L'expérience ne nous a jamais révélé trace de phénomènes pouvant être produits dans des espaces vides de substance matérielle. Il nous faut donc *forcément admettre l'existence* d'un intermédiaire matériel servant de véhicule aux actions des corps les uns sur les autres. Le mécanisme intermédiaire qu'on supposera pourra ne pas correspondre exactement au *mécanisme réel qui existe sûrement*, aussi les hypothèses sur sa nature spéciale devront-elles changer au fur et à mesure que des faits nouveaux nous l'imposeront. En l'état actuel de nos connaissances, ce mécanisme est celui électromagnétique de la propagation de la lumière et de la chaleur rayonnante. Nous devons donc avoir toujours présent que ce n'est pas là une simple conception utile, ni une simple construction mentale, mais une réalité dont nous connaissons l'existence, et dont nous tâcherons d'en établir peu à peu la forme vraie d'après les résultats successifs de nos recherches expérimentales.

Séance du 7 mars

Th. Tommasina. Nouvelles recherches sur les ions.

M. Th. Tommasina communique quelques nouveaux résultats de ses recherches de laboratoire en collaboration avec M. Ed. Sarasin, sur les modifications que subissent les courants de ions dans les enceintes radioactives, constituant le champ d'un condensateur, selon le signe des charges, les écrans qu'ils traversent, la nature ou l'état des surfaces des enceintes et les changements de température.

Ces recherches sont poursuivies comparativement sur l'air ionisé à la pression atmosphérique contenu dans les enceintes dont la radioactivité induite est à évolution rapide, sur l'air ionisé, toujours à la pression atmosphérique, produit par le dépôt actif des enceintes dont la radioactivité est à évolution très lente, et enfin sur de l'émanation transvasée dans des enceintes non activées. Ces résultats seront complétés et publiés.

Séance du 21 mars

Th. Tommasina. La théorie électrique de la gravitation.

M. Th. Tommasina. *La théorie électrique de la Gravitation d'après Walther Ritz.*

Je n'examine dans cette Note que les idées de Walther Ritz, que je considère comme fondamentales, parce qu'elles montrent qu'en conservant l'attraction, c'est-à-dire les actions à distance, au lieu de les remplacer par les pressions dues aux fonctions transmettrices nécessaires du milieu, Ritz ne pouvait donner de la Gravitation, une théorie électromagnétique, mais simplement une théorie électrique, en remplaçant l'attraction newtonienne par l'attraction électrique, tandis que la théorie électromagnétique remplace toutes les deux par les pressions du milieu qui contient la vraie activité mécanique universelle, sous forme électromagnétique, celle qui donne lieu aux phénomènes de la lumière et de la chaleur rayonnante. Dans son Mémoire de 1909 *La Gravitation*[1] Ritz commence par reconnaître qu'après la découverte de la loi, *ni Newton, ni ses contemporains ne considérèrent la question comme épuisée, car une action à distance sans intermédiaire, donc une action instantanée à toutes les distances, répugnait aux esprits*, dit-il, et il ajoute, *que cette répugnance, qu'on*

[1] Rivista di Scienza *Scientia*, vol. V. Anno III (1909), n° X-2, p. 152-165.

constate encore de nos jours, est l'expression d'un sentiment profond de l'unité des forces physiques, qui, dans leur extrême diversité, ont toujours besoin d'un certain temps pour manifester leur action. Ritz déclare qu'on ne peut songer à aborder par une expérience directe la question de la vitesse de propagation de la Gravitation comme on l'a fait pour la lumière et l'électricité. C'est que Ritz en admettant, quand même, les actions à distance doit renoncer, forcément à cause de cela, à chercher une explication mécanique; il pense *qu'on peut se poser la tâche plus modeste*, et peut-être, pour l'instant du moins, plus féconde, dit-il, en aperçus et en conséquences nouvelles, *de réduire la Gravitation aux actions électriques.* Bien que la propagation de cette force dans un temps fini reste pour lui problématique, comme il le dit dans sa conclusion, il admet ici qu'on sera ainsi amené à attribuer à la Gravitation une vitesse de propagation égale à celle de la lumière, et à compléter la loi de Newton par de nouveaux termes dépendant des vitesses et des accélérations. Ritz ne tenait pas compte du fait, expérimentalement établi et d'importance capitale, qu'il existe dans l'espace une activité physique qui est soumise à la même loi, c est la pression de radiation qui est, elle aussi, inversement proportionnelle au carré des distances, ce qui suffit pour établir que la vitesse de propagation de la Gravitation ne peut pas être différente de celle de la lumière.

Voici, textuellement, comment et d'après quelles vues Ritz envisage la question :

« Pour réduire la Gravitation aux actions électriques, Mossotti, Zöllner, puis Lorentz ont proposé d'admettre que l'*attraction des charges de signe contraire est un peu plus grande que la répulsion des charges de même signe.* Un atome d'hydrogène, par exemple, résultant, dans les vues actuelles, de la réunion d'une charge négative et d'une charge positive égale, deux atomes, placés à une distance grande par rapport à leurs dimensions, n'exerceraient l'un sur l'autre aucune action proportionnelle à l'inverse du carré des distances, d'après les lois ordinaires de l'Electrostatique; d'après l'hypothèse nouvelle, *la compensation des actions attractives et répulsives ne serait plus complète.* La charge et la masse d'un ion d'hydrogène étant connues, du moins approximativement, on peut calculer de combien diffère l'attraction des ions de signes contraires de la répulsion des ions de même signe; cette différence est extrêmement petite, elle n'est que de 10^{-34} pour cent. *Les forces de Gravitation sont donc extrêmement faibles par rapport aux forces électriques qui se produiraient s'il nous était possible de séparer complètement les électricités intimement unies dans les corps.* Nous n'y réussissons que dans

une mesure relativement très faible par le frottement, etc. *Une si minime dissymétrie, mais dont l'existence serait supposée hors de doute, serait bien contraire à nos sentiments esthétiques, si j'ose m'exprimer ainsi. Et en réalité, il suffit d'un petit changement de notations, pour être ramené à la superposition de deux forces, l'une électrostatique dans le sens ordinaire, l'autre gravifique.* Il n'y a donc dans cette hypothèse de Mossotti qu'un changement purement verbal ; ce qu'elle énonce de positif, c'est qu'il convient d'appliquer à la Gravitation les lois de l'électrodynamique en remplaçant les charges par des masses. Seulement *il faudra attribuer aux corps une certaine conductibilité par rapport à la Gravitation ; il existera en principe des écrans* ». Je m'arrête ici dans ma citation du texte de Ritz, pour faire observer que ces écrans n'existent pas seulement en principe, mais en réalité, car on ne peut envisager autrement la gravitation des corps, dès qu'on sort des considérations abstraites pour étudier le phénomène dans sa nature physico-mécanique, dès qu'on fait intervenir le milieu actif de l'espace qui transmet la lumière et la chaleur. En effet, en étudiant le phénomène de la Gravitation universelle, pour tâcher d'établir si une explication électrique lui est applicable, tel est le but du travail de Ritz, il ne faut pas transporter ce phénomène dans un champ imaginaire, il ne faut pas le sortir du monde réel, il faut, au contraire, tenir compte des autres phénomènes qui existent avec lui toujours et partout, dont le plus important est le rayonnement de la lumière et de la chaleur, rayonnement qui remplit tout l'espace sans discontinuité et sans arrêt possible. Or, l'activité électromagnétique du milieu montre que les atomes sont pondérables précisément parce qu'ils fonctionnent comme des écrans ; en effet, ils doivent agir comme des écrans pour être pondérables, et ils agissent comme des écrans, parce que leur constitution est aussi électromagnétique, étant électromagnétique, l'activité qui maintient leur existence, ou leur stabilité *formale,* d'après la théorie électronique.

De même le *postulatum* de Lorentz, dont parle Ritz au début du fragment que je viens de citer : *que pour réduire la Gravitation aux actions électriques, il faut que l'attraction des charges de signe contraire soit un peu plus grande que la répulsion des charges de même signe,* peut être également tiré de l'activité électromagnétique du milieu, car cette activité élimine toute force abstraite, élimine les forces attractives et répulsives à distance sans support matériel, et explique les attractions apparentes, ou mieux fictives, par des diminutions de pression dues aux écrans, et les répulsions par la pression directe.

D'après cela, la nature mécanique de l'activité du champ qui

rapproche deux charges de signe contraire n'est pas, forcément, identique à la nature de celle qui éloigne l'une de l'autre deux charges de même signe. La valeur de cette dernière peut donc être un peu plus petite que celle de la première. En effet, d'après la théorie électronique, les deux mécanismes diffèrent en ceci : que dans le cas de charges de signes contraires, leurs lignes de force se réunissent bout à bout pour donner passage au courant d'électrons dirigé de la charge négative à la positive ; tandis que dans le cas de charges de même signe, soient-elles positives ou négatives, leurs lignes de force, au lieu de s'ajouter, ne se rencontrent point, parce qu'elles se repoussent et se recourbent. Il faut naturellement envisager ces lignes de force, non pas comme des images abstraites, de purs symboles, mais comme les directions suivant lesquelles s'alignent les pressions de même sens résultant des activités qui entourent soit les corps électrisés, soit les charges élémentaires mobiles, les électrons. Ces activités peuvent se faire équilibre dans l'état neutre, mais elles se font équilibre en tant qu'activités, qui ne peuvent disparaître dans un état de repos. Le principe de relativité domine tous les états de repos apparent que manifestent plusieurs phénomènes physiques.

Ayant atteint la limite que le règlement fixe pour les Notes, je continuerai mon étude sur Ritz dans une deuxième Note, qui contiendra ses conclusions ainsi que les miennes.

Séance du 4 avril

M. Brun. Sur quelques propriétés de la silice. — M. Tommasina. Les conclusions de Ritz sur la théorie électrique de la gravitation.

M. Albert Brun montre que les propriétés des silicates (verres), vis-à-vis de la chaleur, sont réglées par les propriétés de la silice. Les verres se comportent tout comme le verre de silice pure.

L'auteur a déjà montré que les premiers ne possèdent pas de point de fusion, il en est de même pour $Si\,0_2$. On ne peut déterminer pour ce corps que des points de transformations.

Le colloïde ou verre de $Si\,0_2$, dit fondu, est un corps très instable, qui se transforme très vite en tridymite ou en quartz.[1]

L'auteur a déjà déterminé qu'à $T = 1780°$ le quartz se transforme en colloïde dur et résistant (verre). Ce verre, à son tour, se transforme rapidement en tridymite, pourvu qu'il soit maintenu seulement 4 à 5 heures de temps à la température de 1280°-1330° à peu près.

[1] A. Brun. *Arch. Sc. phys. et nat.* (4), t. XIII, avril 1902.

Il semble que cette transformation est un peu favorisée par de faibles émanations alcalines, telles qu'il peut s'en échapper d'un magma alumino-alcalin en fusion (albite, orthose).

Or, comme dans un volcan une T = 1280° peut être facilement atteinte, il s'en suit que la genèse de la tridymite dans les laves ne demande pas de conditions particulières, et n'est qu'une conséquence des propriétés de la silice. (L'auteur rappelle qu'en présence des chlorures alcalins, la température nécessaire à cette cristallisation est encore plus basse.)[1]

C'est aussi vers 1280°-1300° que le colloïde de silice, dit fondu, peut se déformer. M. Brun présente des tubes de quartz fondu, ayant 40 millimètres de diamètre de lumière et 3 millimètres d'épaisseur de parois, qui furent chauffés après qu'on y eut fait le vide.

Ces tubes furent aplatis et courbés sans ruptures par l'effet de la pression atmosphérique, lorsque la température ci-dessus indiquée fut atteinte.

On peut donc considérer ce point comme déterminant une T, minimum amenant la déformation.

L'auteur confirme donc ce que les recherches poursuivies à Charlottenbourg, à l'égard des matériaux réfractaires, avaient déjà fait connaître, en y ajoutant certaines données numériques.

M. Th. Tommasina. *Les conclusions de Ritz sur la théorie électrique de la gravitation.* — Quarantième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

Le mémoire de Walther Ritz, dont j'ai donné quelques aperçus dans ma Note précédente,[2] termine avec les conclusions que voici : « En résumé, si deux siècles de recherches ne nous ont donné encore aucune indication d'une connexion entre la Gravitation et d'autres phénomènes, *en particulier les phénomènes électromagnétiques;* si la propagation de cette force dans un temps fini reste problématique, il est probable que cela tient à l'imperfection de nos connaissances des lois exactes des phénomènes électriques. et que nous pouvons, dans un avenir plus ou moins prochain, espérer, à défaut d'une explication mécanique de la Gravitation, une réduction de cette force aux actions électriques. *Ce sera là, pour l'unité de nos conceptions physiques, un pas de la plus haute importance.* »

Je commence pour faire remarquer, que, contrairement à ce que

[1] A. Brun. *Arch. Sc. phys. et nat.*, t. XXV, p. 610, juin 1908.

[2] Walther Ritz. La Gravitation. *Scientia*, vol. V, a. III (1909), n° X-2, p. 152-165.

pensent certains physiciens qui désapprouvent les études théoriques qui ont pour but de rechercher et d'établir la vraie nature physique du phénomène de la gravitation, Ritz en reconnaît *la haute importance;* qu'il constate qu'on a cherché pendant deux siècles, mais qu'on n'a pas encore trouvé, *la connexion entre la Gravitation et d'autres phénomènes,* dont il nomme *en particulier les phénomènes électromagnétiques;* qu'il attribue enfin la cause de cette nonréussite à *l'imperfection de nos connaissances des lois exactes des phénomènes électriques.* On y voit aussi, que Ritz trouve que *nos conceptions physiques manquent ainsi d'unité,* et qu'*il espère, à défaut d'une explication mécanique de la Gravitation, une réduction de cette force aux actions électriques.* Tout cela montre que les idées de Ritz étaient certes aux antipodes de celles des critiques que je viens de mentionner, et qu'il approuvait les recherches qui restent à faire dans ce domaine. Ritz avait jugé exactement la valeur scientifique du problème et il avait compris l'immense portée qu'aura sa solution pour le progrès de la Physique, seulement il s'y était mal pris pour la trouver.

Pour arriver aux conclusions, que je viens de citer, Ritz avait examiné, avant tout, les explications mécaniques de la Gravitation qu'il groupait en *statiques* et *dynamiques*.. Ritz plaçait dans la première catégorie les hypothèses d'après lesquelles *la matière déformerait l'éther environnant, et cette déformation se propageant de proche en proche agirait sur d'autres portions de manière à donner l'apparence d'une attraction.* Il fait observer que si la matière pondérable se trouve en équilibre, il en sera de même (du moins au bout d'un certain temps) de l'éther. Cette hypothèse, la plus simple, observe Ritz, remonte à Newton; mais Maxwell a montré que, sans la préciser davantage, on peut la rejeter d'emblée. D'ailleurs, Maxwell avait entrevu la possibilité d'une explication des forces électrostatiques, mais il a échoué. *On voit donc,* conclut Ritz, *qu'un éther capable de donner les apparences de la Gravitation, serait, même en l'absence de corps matériels, en état d'équilibre instable, ce qui est inadmissible.* Or, je fais observer ici que cette inadmissibilité se transforme en son contraire, et même en une nécessité si, au lieu de considérer l'ancien éther métaphysique inactif, on considère son remplaçant physique actif, qui est le milieu électromagnétique.

C'est bien étrange que Ritz n'y ait pas pensé, car il continue ainsi : « Nous sommes donc nécessairement conduits à introduire des *mouvements cachés,* de manière à avoir affaire *à une énergie de nature cinétique même lorsque les masses pondérables, seules perceptibles à nos sens, sont au repos. Le criterium du minimum de l'énergie, dès lors ne s'applique plus et le pro-*

blème devient résoluble en principe. » Or, dès que l'on admet les mouvements cachés, toute énergie est forcément cinétique, et dès que l'on admet la théorie électronique, toutes les masses, en dernière analyse, sont électromagnétiques. La pondérabilité d'une masse quelconque doit donc être fonction du rapport entre les pressions des activités convergentes, existant dans le champ électromagnétique qui l'entoure, et les pressions de même nature, mais en sens contraire des précédentes, qui appartiennent à la masse considérée. Les éléments électriques de chaque masse, à cause des énormes vitesses de leurs révolutions, tendent continuellement à fuir par la tangente. C'est ainsi que Rutherford explique la radioactivité. On est bien loin, comme on voit, d'un état de repos, et quant à la perceptibilité à nos sens, elle n'a aucune importance ici, car, d'après ce que je viens de dire, il faut non seulement admettre les mouvemente cachés, mais reconnaître qu'ils contiennent toute la réalité vraie des phénomènes physiques.

Ritz passe ensuite à examiner la catégorie des hypothèse *dynamiques* en commençant par celle de Le Sage, il en conclut qu'on obtient bien alors la loi de Gravitation pour des corps au repos. Mais, dans le cas des corps mobiles, il y aura frottement, comme dans un gaz. C'est une hypothèse envisagée déjà par Laplace; elle conduit à une sorte de frottement qui devrait retarder de plus en plus la marche des planètes et de la Lune. Et il finit par déclarer cette théorie définitivement inadmissible. La même conclusion, ajoute Ritz, s'impose pour une modification des hypothèses de Le Sage, proposée d'abord par Hooke (contemporain de Newton) et examinée récemment par M. H.-A. Lorentz, qui remplacerait les corpuscules par les ondes sillonnant l'éther dans toutes les directions. Ici, Ritz s'exprime mal en faisant proposer une modification aux hypothèses de Le Sage par Hooke qui est mort 22 ans avant la naissance de Le Sage; mais, à part cela, Ritz ne fait que reprendre les objections de Poincaré sur la production de chaleur, lesquelles tombent toutes dès que l'on considère la dynamique de la Gravitation comme la résultante directe des multiples pressions des radiations qui partent de toutes les masses incandescentes de l'univers. Cette dynamique ne fait pas seulement graviter les astres, mais elle les transporte, voilà le fait capital dont on n'a pas tenu compte. A cette pression universelle électromagnétique tous les astres se font réciproquement écran, et de là l'effet apparent d'attraction. Tous les systèmes sont transportés par la dynamique universelle, mais à l'intérieur de chaque système la dynamique qui domine est celle qui émane de l'activité de la masse centrale et qui s'oppose à l'autre. Comme l'action motrice est dans le milieu et comme les masses sont les mobiles transportés, il n'y

a pas de frottement, donc point de cette transformation de l'énergie gravitante en chaleur, calculée par Poincaré. Au lieu de séparer la Gravitation du déplacement de la Terre, comme de quelque chose ayant une autre origine, on doit les réunir, et alors ce qui semblait invraisemblable devient parfaitement logique.

Ensuite Ritz, à propos des hypothèses de Bjerknes et de Riemann, dit : « On est ainsi amené à la conception de J. Bernoulli et B. Riemann, dont l'étude a été récemment reprise par M. Brill. Dans cette manière de voir, tout atome serait une source continuelle d'éther (ou en absorberait continuellement). » Ritz place à côté de Riemann, Jean Bernoulli, contemporain de Newton, élève de Leibnitz et maître d'Euler, lui attribuant l'idée de l'atome source d'éther, tandis que J. Bernoulli est, après Huygens, le vrai précurseur de la théorie de la Gravitation basée sur l'activité de l'éther constituant des rayons lumineux, qu'il considérait, un siècle avant Poisson, comme des filets d'éther. J. Bernoulli et Euler, les deux plus grands mathématiciens de génie qu'a eu la Suisse, combattirent de toute leur force l'introduction en physique de l'attraction newtonienne, si chère aux mathématiciens modernes.

La lutte dure donc encore, mais, comme toutes les luttes scientifiques, elle n'est pas stérile. C'est la lutte pour la recherche de la vérité. Or, pour découvrir celle-ci, les difficultés qu'il faut vaincre sont si grandes et si nombreuses que nous ne pouvons prétendre y réussir ni en suivant les chemins les plus commodes, ni en économisant les efforts de notre pensée, comme le voudraient MM. Poincaré et Mach. Ma conclusion est, qu'en croyant pouvoir réduire la force gravitante aux actions électriques considérées comme des forces attractives ou répulsives, mais toujours comme des actions à distance et en ne tenant pas compte de la pression des radiations, Ritz a fermé volontairement devant soi l'entrée du seul chemin qui mène à la solution du problème. Ce chemin, que j'ai indiqué dans mes précédentes Notes sur ce sujet, est entièrement tracé par l'action du milieu électromagnétique, comme je viens de le démontrer encore une fois.

Séance du 18 avril

E. Joukowsky et Jules Favre. Note préliminaire sur la tectonique de la partie orientale de la chaîne du Salève. — Th. Tommasina. Sur la nature de la pesanteur et sur la mécanique des points matériels.

E. Joukowsky et Jules Favre. *Note préliminaire sur la tectonique de la partie orientale de la chaîne du Salève.*

Le Salève est un anticlinal dirigé du S.W. au N.E., déjeté vers

le N.W., surgissant à peu près au milieu de la grande dépression synclinale molassique séparant les Alpes et le Jura.

Les décrochements sont le trait le plus caractéristique de la tectonique de cette chaîne. En effet, elle a été rompue en sept tronçons, ayant été successivement décrochés vers le N.W. Maillard,[1] puis Schardt[2] ont montré les premiers cette structure particulière du Salève et ont signalé trois décrochements : à Sillingy, à Allonzier et à Cruseilles. En réalité, à ce dernier endroit, il existe deux décrochements successifs, rapprochés, ayant chacun un rejet horizontal dépassant 1 km. En outre, nous avons découvert deux nouveaux décrochements à Pommier et au Coin, accusant des déplacements horizontaux de 700 et 500 m.

On peut constater d'autres dislocations transversales à la chaîne du Salève, mais qui sont de moindre importance. La Grande-Gorge est déterminée en partie par une faille transversale à lèvre N.E. affaissée. C'est également à une faille à lèvre N.E. soulevée que la Gorge de la Mule doit son existence. La Pointe du Plan, sommet constitué par l'Hauterivien et dominant le plateau Barrémien de Grillet, fait partie d'une aire triangulaire surélevée entre deux failles convergeant vers le N.W.

Les dislocations longitudinales du Salève sont soit des plis-failles, soit des failles.

Le pli-faille le plus important est celui du Grand Salève ; il naît au-dessus des carrières de Veyrier et sa trace disparaît sous les éboulements au delà de la Grande-Gorge. C'est dans la région de la Petite-Gorge que son rejet atteint une valeur maximale de 200 m.

L'anticlinal du Salève se dédouble momentanément dans la région de la Croisette, comme aussi près de la Thuile, grâce à la formation de deux petits synclinaux hauteriviens sur son bord N.W. Les deux petits anticlinaux adventifs, ainsi formés aux dépens du pli principal, ont leurs flancs N.W. rompus et sont chevauchants.

Les failles longitudinales se distinguent de toutes les autres dislocations du Salève par le fait que leurs plans sont comblés soit par des brèches à ciment rouge ou jaune, argilo-gréseux, soit par des grès siliceux identiques à ceux du Sidérolitique. Elles doivent être contemporaines ou un peu antérieures au dépôt de ce dernier terrain.

L'une de ces failles, peu importante, peut s'observer sur le versant N.W. du Petit Salève. La faille de la Petite-Gorge est connue

[1] *Bull. des services de la carte géol. de la France*, n° 22, 1891-92.

[2] *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, vol. XXVIII, p. 69.

depuis longtemps; C. Lory[1] et A. Favre[2] l'ont étudiée. Elle naît sous le château de Monnetier, longe à une petite distance l'escarpement du Grand Salève, traverse la Petite-Gorge et s'éteint dans la Grande-Gorge. Sa lèvre S.E. est affaissée, son rejet atteint environ 100 m. La grande paroi de rochers dominant Collonges est due à une faille importante à lèvre S.E. soulevée. C'est grâce à une disposition analogue que le grand escarpement s'élevant au-dessus de Pommier a pris naissance.

Les accidents topographiques sont sous la dépendance complète des dislocations. Ainsi, quelques-unes des gorges du Salève, comme le Sarrot, la Varappe, le Palavet, la Mule, sont creusées suivant des failles ou des fissures transversales. Les autres, comme la Grande-Gorge, la Petite-Gorge, sont situées au point d'intersection d'accidents longitudinaux et transversaux. Les dépressions transversales de la Croisette, de Cruseilles ont été déterminées par les décrochements cités plus haut. Seule, la vallée de Monnetier fait exception, car il n'existe aucune irrégularité de structure suivant son tracé. Il faut donc la considérer avec Lugeon[3] comme une vallée morte, suspendue, formée soit par antécédence, soit par surimposition.

M. Th. Tommasina. *Sur la nature de la pesanteur et sur la mécanique des points matériels.* — Quarante et unième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

La Note magistrale de M. J. Boussinesq, intitulée : «*Comment peut s'expliquer l'exercice instantané, ou sans propagation successive, de la pesanteur et des actions moléculaires, à toutes les distances où se produisent ces forces autour des points matériels d'où elles émanent*»,[4] traite une question qui est vraiment fondamentale pour la philosophie des sciences, question qui pénètre, on peut le dire, jusqu'à l'origine de la connaissance des phénomènes, en examinant les postulats de la physique théorique et expérimentale. On ne peut que souscrire aux conclusions de cette Note, où, en parlant des quantités réelles de la nature et des quantités idéales du géomètre, divisibles à l'infini, l'auteur dit : «Celles-ci, épuisant la catégorie du *possible*, expriment, en quelque sorte, la *Toute-puissance* dans l'ordre d'idées qui les concerne, tandis que les quantités réelles se réfèrent uniquement à la création présente, ou à un ordre de choses effectif, nullement tenu

[1] *Mém. Soc. d'émulation du Doubs*, 1857, p. 290.
[2] *Recherches géologiques*, 1867, t. I, § 244.
[3] *Annales de Géogr.*, t. X, 1901.
[4] *C. R.*, 18 mars 1912, t. 154, n° 12, p. 737.

d'épuiser son idée et d'égaler sa cause. » On ne pourrait mieux dire pour mettre en évidence la valeur du travail mental de l'homme, qui, en partant de l'observation et de l'étude des faits concrets et toujours particuliers de la nature, est arrivé par la voie des généralisations à ces abstractions synthétiques qui constituent les quantités idéales du géomètre.

C'est en utilisant ces notions abstraites et en refaisant le chemin en sens inverse, en les appliquant aux phénomènes réels qui les ont fournies, mais en dépassant les phénomènes apparents pour pénétrer jusqu'au substratum des phénomènes cachés, que M. Boussinesq est arrivé à porter sa perspicace analyse à la limite ultime du monde physique, à ce qui a lieu dans cette région infiniment petite de l'espace que le point matériel occupe avec ses mouvements. *Cette conception des points matériels inétendus, si étrange qu'elle paraisse au premier coup d'œil,* dit M. Boussinesq, *nous est donc imposée par la forme même de nos esprits; et, au fond, il n'a jamais dû en exister d'autres, dans la Science, qui fussent formulables.* C'est ainsi qu'elle a été envisagée par Boscovich et acceptée par Ampère, Cauchy, B. de Saint-Venant, etc. Or, bien que les éminents géomètres-mécaniciens et physiciens, cités par M. Boussinesq, aient accepté cette conception comme parfaitement conforme à la véritable structure de la matière, nous ne pouvons pas ne pas reconnaître qu'un point matériel s'il est réel il ne peut pas être inétendu, mais comme l'étendue du point matériel ne joue aucun rôle dans les fonctions que nous lui reconnaissons, nous pouvons lui supposer des dimensions infinitésimales, même nulles, si cela nous est utile comme simplification, nous n'oublierons pas pourtant que nous faisons là une abstraction, et nous n'oublierons pas non plus qu'en supposant que les points matériels sont les constituants ultimes de chaque corps, nous ne pouvons plus considérer autour d'eux que le pur espace géométrique. Les critiques que j'ose présenter à la Note de M. de Boussinesq se rapportent précisément à ce qu'il n'a pas cru devoir tenir compte de cette dernière conséquence.

Le titre même de la Note de M. Boussinesq montre qu'il envisage la solution de la question à l'aide de moyens autres que ceux de la physique cinématique, car son titre met en évidence l'impossibilité mécanique du phénomène qu'il se représente. En effet, aucun principe de mécanique ne saurait admettre quoi que ce soit autour d'un point matériel, quoi que ce soit qui *émane* d'un tel point. La mécanique reconnaît au point matériel un mouvement de translation ou un mouvement de rotation sur lui-même, ou les deux mouvements simultanés et une pression s'effectuant par choc ou par frottement, pression qui est fonction des vitesses réciproques. Entre deux points matériels la mécanique n'admet que l'es-

pace libre. Cet espace libre est autant nécessaire que le point matériel lui-même pour la réalisation du mouvement; cela est absolument axiomatique. Or, si petit que ce soit cet espace de libre parcours, pour le traverser le point matérial emploiera toujours un temps t, qui peut prendre toutes les valeurs sauf celle de zéro.

Tout phénomène physique est une action et, en toute action, si courte soit-elle, le temps intervient, on peut même dire qu'il intervient par définition, car il est permis de définir l'action l'*emploi du temps*. L'expression action instantanée, prise en sens absolu, n'est pas admissible, parce qu'elle contient une contradiction entre les deux termes, on ne peut l'user qu'en sens relatif, pour indiquer une action de très courte durée, où donc la valeur de t est très petite, mais toujours supérieure à zéro. Quant au principe de l'égalité entre l'action et la réaction, égalité quantitative énergétique, appliqué aux points matériels, cela ne peut signifier qu'une réciprocité parfaite dans leur transmission des vitesses, donc des forces. De cette façon, aucune perte de quantité de mouvement ne saurait se produire dans les relations qui se passent entre points matériels, précisément parce que cela se passe dans le vide absolu. Mais il n'en est plus le cas dans tous les autres phénomènes physiques, où l'on n'a plus affaire à des points matériels isolés, mais à des systèmes cinétiques de points matériels, les *électrons*, qui sont les entités physiques contigües, sans discontinuité, constituant le milieu actif qui remplit tout l'espace autour des masses radiantes et gravitantes de l'univers et formant, en dernière analyse, ces masses elles-mêmes.

M. Boussinesq dit que les principes de la Mécanique supposent que l'action subie par chacun des deux points matériels en présence *émane,* en droite ligne, de la situation même qu'occupe l'autre à l'époque actuelle, et non pas de celle qu'il occupait à une époque plus ou moins antérieure. M. Boussinesq en conclut, avec raison si on admet des émanations par les points matériels, *que c'est là admettre que l'influence de chacun s'exerce à toute distance r* où elle est susceptible d'exister, dès que le point matériel *d'où elle émane* est venu occuper sa situation effective, *sans qu'il faille attendre aucun laps de temps supplémentaire*, qui dépendrait de la distance r. Seulement, tout cela tombe si l'on reconnaît qu'aucun principe de la Mécanique ne saurait prendre en considération une émanation non constituée elle aussi de points matériels. M. Boussinesq fait la remarque qu'en effet *les forces de la pesanteur, auxquelles se réduit l'action dont il s'agit dès que la droite r de jonction nous est perceptible, se sont toujours manifestées aux astronomes comme instantanées, jusqu'aux plus grandes distances où elles ont été jugées de*

grandeur appréciable. Or, en premier lieu, dans ces manifestations il faut considerer l'activité électronique et non plus celle entre points matériels. Deuxièmement, les astronomes ne peuvent conclure qu'à une action simultanée partout et non pas à une action instantanée, du moment qu'ils ne peuvent observer que des mouvements continus. En effet, l'action instantanée qu'ils supposent et qui entre comme telle dans leurs calculs, n'est en réalité qu'une action continue, donc simultanée partout. Les forces de la pesanteur sont l'effet d'un état de contrainte du milieu électromagnétique remplissant l'espace et transmettant les radiations qui le parcourent incessamment en tous les sens. Nous sommes forcés de tenir compte d'un tel milieu lorsque nous nous occupons de la propagation de la gravitation, car en réalité la pesanteur ne se propage pas, n'étant que l'effet localisé et continu sur chaque atome pondérable de la pression de gravitation.

On ne peut donc conclure ni à des actions instantanées, même moléculaires, parce que toute action est mouvement et tout mouvement emploie du temps, ni à un exercice instantané de la pesanteur, mais à un effet simultané qui la constitue et qui est dû à la pression universelle de gravitation dont l'activité se propage avec la vitesse de la lumière, n'étant autre que la pression des radiations. C'est par cette activité que les systèmes des mondes, en réagissant les uns sur les autres, suivent sans arrêt possible leurs énormes trajectoires. Quant aux points matériels, si l'on ne doit donc rien admettre qui émane et qui existe autour d'eux, on est forcé de reconnaître que leurs coordonnées ne sont pas des simples distances géométriques, qu'elles sont des vitesses et des *vitesses-forces*, du moment qu'ils produisent des chocs et des frottements.

Séance du 2 mai

A. Schidlof et Mlle Chamié. Mesure directe de l'hystérésis magnétique et de ses variations en fonction de la fréquence.— Th. Tommasina. Les notions boussinesquiennes d'existence pleine et d'existence infiniment atténuée, transportées du point matériel à l'électron. — Ch.-Eug. Guye. Remarques sur le frottement intérieur des solides aux basses températures et les phénomènes irréversibles dans le voisinage du zéro absolu. — L. de la Rive. Sur l'équivalence de la force de Laplace due au mouvement de l'électron dans un champ magnétique uniforme et la force centrifuge composée.

A. Schidlof et Mlle Chamié. — *Mesure directe de l'hystérésis magnétique et de ses variations en fonction de la fréquence.*

Ces recherches font la suite d'un travail de M. le prof. C.-E. Guye (en collaboration avec Mlle Karpowa) sur l'aimantation en

fonction de la fréquence (Soc. suisse de physique. Bâle, sept. 1911. *Arch. des sc. phys. et nat.* (IV) 30, p. 326). Au lieu d'étudier l'aimantation on a mesuré directement la puissance consommée par l'hystérésis magnétique au moyen d'un électromètre de Curie et Blondelot. Cet instrument fournit une déviation rigoureusement proportionnelle à la puissance transformée en chaleur. Les détails relatifs à la méthode et aux résultats paraîtront prochainement dans les *Arch. des sc. phys. et nat.*

On arrive à la conclusion que la perte d'énergie varie proportionnellement à la fréquence, tout au moins aux saturations élevées (champ magnétisant maximum du cycle supérieur à 20 gauss). Ces mesures confirment donc les résultats publiés par MM. C.-E. Guye et A. Schidlof en 1903. Aux faibles saturations et notamment au maximum de perméabilité (champ maximum environ 9 gauss), il se présente un petit écart. Les cycles lents absorbent un travail plus grand que les cycles rapides. La différence est d'environ 3 % lorsque la fréquence diminue de moitié. En dessus et en dessous du maximum de perméabilité la différence est presque insensible et tombe dans les limites des erreurs possibles. Il semble toutefois que, même pour des saturations considérables (jusqu'à 20 gauss), il subsiste une petite différence, en moyenne inférieure à 1 % dans le sens d'une augmentation de la perte d'énergie pour les cycles lents.

M. le prof. Guye, dans la discussion qui suit cet exposé, fait remarquer que les écarts observés peuvent être attribués au traînage magnétique, particulièrement sensible dans le voisinage immédiat du maximum de perméabilité.

M. Th. Tommasina. *Les notions boussinesquiennes d'existence* pleine *et d'existence* infiniment atténuée *transportées du point matériel à l'électron.* — Quarante-deuxième Note *sur la physique de la gravitation universelle.*

La Note de M. Boussinesq,[1] dont je me suis occupé dans ma dernière communication, contient des notions qui ont un caractère nettement métaphysique, celui de réhabiliter les actions à distance sans intermédiaire matériel. L'auteur les présente, pourtant, non pour expliquer en son fond le fait de l'action mutuelle entre deux points matériels, qu'il reconnaît inaccessible, mais comme une représentation géométriquee du phénomène aussi exacte que pos-

[1] J. Boussinesq. *Comment peut s'expliquer l'exercice instantané, ou sans propagation successive, de la pesanteur et des actions moléculaires, à toutes les distances où se produisent ces forces autour des points matériels d'où elles émanent. C. R.*, 18 mars 1912, t. 154, p. 737.

sible en abordant la question par *la circonstance du voisinage plus ou moins grand*, qu'offrent toujours, dit-il, deux points matériels *influençant mutuellement leurs mouvements*. Pour ne pas fausser le raisonnement de M. Boussinesq en le resumant, j'en reporte ici textuellement la fin du paragraphe III : « La *présence* incessante de chaque atome (atome physique ou point matériel), tout autour de la situation qu'il occupe et qui est la seule où il *existe*, à proprement parler, constitue donc une sorte d'existence *infiniment atténuée*, et atténuée d'autant plus (du moins généralement) en un point quelconque de l'espace, quand on compare entre elles ses diverses valeurs, que ce point est situé à une distance r plus grande de la situation propre dont il s'agit. Par suite, la simple présence différera, quant à l'action mutuelle entre l'atome considéré et tout autre, de l'existence *pleine* caractérisée par la valeur $r = o$, en ce que l'attraction mutuelle $F(r)$ y recevra des valeurs *finies*, positives ou négatives. Au contraire, *l'existence pleine* du premier point, dans la situation occupée par le second, entraînerait une répulsion *infinie*, c'est-à-dire une valeur $F(o)$, *infinie négative*, de l'action mutuelle, valeur traduisant le fait de l'*impénétrabilité* du domaine irréductible, infiniment petit en tous sens, dans lequel l'atome doit rester seul pour assurer à la matière ses deux propriétés fondamentales, *conservation et étendue*. » Et le paragraphe IV commence ainsi : « L'action exercée par un point matériel en mouvement, aux diverses distances, sur d'autres points matériels (en mouvement ou en repos) n'a pas, dès lors, à se propager successivement jusqu'à eux et ne demande, par suite, aucun intervalle de temps, aucun délai pour se produire. Car, de même que le point existe *pleinement*, dans sa situation, dès qu'il l'occupe, de même aussi il possède, à toutes les distances de sa situation, et sans délai ou, pour mieux dire, depuis un temps indéfini, l'existence partielle, infiniment atténuée, que nous appelons sa *présence*. Cette présence le suit partout où il va, à la manière des sphères idéales concentriques qui lui seraient liées et constitueraient, en quelque sorte, son domaine ou comme son propre espace. Il l'emporte donc sans cesse avec lui et en est perpétuellement entouré, jusqu'aux limites de la plus grande sphère où s'exerce son activité. » Et c'est ici que M. Boussinesq ajoute : « Et voilà pourquoi les forces de la pesanteur se sont toujours manifestées aux astronomes comme instantanées, etc. » Conclusion que j'ai examinée dans ma précédente Note.[1]

Cette mystérieuse *action de présence* qui n'abandonne jamais

[1] Th. Tommasina. *Sur la nature de la pesanteur et sur la mécanique des points matériels*. Compte rendu Soc. phys., séance du 18 avril 1912, *Archives*, t. XXXIII, juin 1912, p. 537.

le point matériel, ce nimbe, cette auréole de puissance idéale qu'il porte sans cesse avec lui et qui lui permet une action à distance, qui serait instantanée à toute distance, parce que non successive, nous plonge en pleine métaphysique des vertus occultes. Mais il y a un moyen qui permet de débarrasser les notions d'*existence pleine* et d'*existence infiniment atténuée* du caractère métaphysique apporté par le concept de la *présence incessante du point matériel tout autour de la situation qu'il occupe,* concept qui contient évidemment une impossibilité mécanique de réalisation. Il suffit de remplacer cette présence incessante abstraite par une présence périodique réelle, dont le nombre des apparitions successives peut changer de telle façon que, dans la partie centrale de la sphère d'action, ce nombre sera si grand, que la présence du point mobile pourra y être considérée comme pratiquement incessante, tandis que ce ne sera plus le cas dans la région qui l'entoure.

Pour l'application de ce nouveau concept, au lieu de considérer séparément l'activité cinétique de chaque point matériel, nous prendrons en considération le système de points matériels constituant l'élément physique qu'on appelle électron, élément dynamique formé par un tourbillon ou aggrégat de points matériels èn incessante et perpétuelle activité. En transportant les nouvelles notions boussinesquiennes dans cette région spéciale de l'espace, qui est un champ d'activité cinétique et dynamique réalisé par les déplacements successifs des trajectoires des points matériels, on verra que, transformées en notions purement physico-mécaniques, elles aident à expliquer le caractère et à montrer l'origine des propriétés qu'on doit attribuer à l'électron, d'après son fonctionnement dans les phénomènes qui ont permis de le découvrir.

Nous commencerons par supposer qu'aucun point matériel ne peut jamais être en repos, car cela découle logiquement du principe fondamental de la conservation de la quantité de mouvements. Cela étant, nous pouvons supposer aussi que la trajectoire de chaque point matériel dans l'électron change continuellement de place en tournant, et que cette rotation se fait autour d'un axe qui est excentrique par rapport à la trajectoire même et central par rapport à l'électron. Il est facile de reconnaître que cette dernière supposition, qu'il nous est permis de faire, car rien ne s'y oppose, suffit pour donner une entité physique réelle à l'*existence pleine* et à l'*existence infiniment atténuée*, non pas du point matériel, mais de l'électron. La première se trouve dans la partie centrale de la sphère d'action de l'électron où la présence de chaque point matériel ne sera pas incessante, mais périodique, avec un nombre de fois n aussi grand que l'on veut pour un temps t,

tandis que dans le même temps t une partie, égale à celle centrale, de la région de l'espace qui constitue la sphère d'action électronique ne sera parcourue qu'une fois par chaque point matériel, si t est le temps employé par la trajectoire du point pour faire sa rotation complète. Cette deuxième région est donc celle de l'*existence atténuée de l'électron*, et d'autant plus atténuée qu'on s'éloigne du centre, car les positions successives des branches extérieures des trajectoires s'écartent l'une de l'autre de plus en plus comme les rayons. De cette façon, l'état d'atténuation sera identique pour tous les points d'une même surface, si l'on considère les surfaces idéales concentriques successives. Nous admettons donc qne le point matériel vibre avec une multitude d'autres points matériels dans une sphère d'action, qui, tout en étant celle de chaque point matériel, constitue celle de l'électron. Or, rien ne nous interdit de leur accorder une vitesse de vibration aussi grande qu'il sera nécessaire, même supérieure à la vitesse de la lumière, pour expliquer l'impénétrabilité absolue et la répulsion infinie correspondant à la valeur $F(o)$ qui appartiendrait à la position centrale, où il y aurait l'*existence pleine de l'électron*, où il existerait *pleinement dans sa situation*, d'après l'expression de M. Boussinesq.

Si les sphères d'action électroniques se succèdent dans l'espace sans discontinuité et si le centre de chacune transmet les radiations par ses oscillations, on voit que la déformation élastique de l'électron est, en dernière analyse, constituée par les déformations des trajectoires des points matériels. On a donc ainsi la contrainte du milieu qui intervient avec son activité dans l'explication de l'exercice de la pesanteur et des actions moléculaires.

M. C.-E. Guye. — *Remarque sur le frottement intérieur des solides aux basses températures et les phénomènes irréversibles dans le voisinage du zéro absolu.*

L'auteur rappelle d'abord que les expériences effectuées au Laboratoire de physique de Genève, sur le frottement intérieur des solides aux basses températures ont montré dans la plupart des cas une diminution considérable de ce phénomène au fur et à mesure que la température s'abaisse.

Pour l'aluminium par exemple : le décrément logarithmique est approximativement 250 à 300 fois moindre à la température de l'air liquide qu'à celle de l'eau bouillante.

Il est donc naturel de se demander si le frottement intérieur des solides, du moins pour les petites déformations, ne serait pas un résultat direct ou indirect de l'agitation thermique et s'il ne disparaîtrait pas avec elle. S'il en était ainsi, l'amortissement des

oscillations devenant nul, on pourrait considérer *au zéro absolu*, les corps comme *idéalement élastiques* et concevoir le *perpétuel mobile*, comme on peut se le représenter dans les phénomènes de la gravitation universelle.

Ces considérations conduisent à l'hypothèse qu'au zéro absolu (alors que toute agitation thermique, c'est-à-dire tout mouvement moléculaire non coordonné a cessé) les phénomènes thermiques irréversibles qui en sont la conséquence seraient impossibles. De plus si les molécules n'effectuent plus aucun mouvement d'oscillation ou de rotation autour de leur position d'équilibre, on peut concevoir les forces qui agissent entre elles comme dérivant d'un potentiel et supposer qu'elles deviennent, du moins dans certaines limites, indépendantes des variations de température, comme les forces de gravitation [1].

M. Guye examine ensuite quelques-unes des conséquences de l'indépendance des forces moléculaires de la température dans le voisinage du zéro absolu. Si l'on désigne par M une grandeur physique ne dépendant que de ces forces moléculaires, tous les coefficients différentiels de la forme $\left[\frac{dM}{dT}\right]$ doivent s'annuler au zéro absolu.

Mais on peut supposer une indépendance plus ou moins complète. Admettons en effet, qu'au voisinage du zéro absolu, la fonction M puisse être développée suivant les puissances croissantes de T par la série de Mac Laurin, soit

$$M = M_0 + a_1 T + a_2 T^2 + \cdots\cdots$$

L'indépendance la plus complète correspondrait au cas où tous les coefficients a_1 a_2 etc., seraient nuls, c'est-à-dire où l'on aurait la

[1] Cette manière de voir est d'ailleurs conforme aux idées de Nernst qui s'exprime ainsi (*Bulletin de la Société Française de physique*, 1910, p. 35) « Comme les molécules d'un corps solide ne possèdent aux basses « températures aucune énergie cinétique sensible, leurs distances « mutuelles changeront peu avec la température. Mais alors le poten- « tiel mutuel, et par suite l'énergie libre qu'elles contiennent, resteront « invariables, ce qui nous ramène aux équations

$$\left[\frac{dA}{dT}\right]_{T=0} = 0 \quad \text{et} \quad \left[\frac{dU}{dT}\right]_{T=0} = 0 \text{ ».}$$

Ces deux équations dans lesquelles A désigne l'énergie libre et U l'énergie totale, jointes à la relation $[A = U]_{T=0}$ constituent le théorème de Nernst.

condition générale

$$\left[\frac{d^n M}{dT^n}\right]_{T=0} = 0$$

La quantité M serait alors rigoureusement indépendante de T dans un espace fini ayant T = 0 comme origine [1].

Lors donc que l'on constate par l'expérience qu'une grandeur physique M tend à s'annuler au zéro absolu, on peut « avec quelque vraisemblance » la considérer comme l'une des dérivées d'une fonction N des forces moléculaires par rapport à la température et chercher si ses dérivées successives par rapport à T s'annulent aussi au zéro absolu.

Dans cette manière de voir, les deux relations

$$\left[\frac{d^n N}{dT^n}\right]_{T=0} = 0 \qquad \text{et} \qquad \left[\frac{d^{n+1} N}{dT^{n+1}}\right]_{T=0} = 0$$

sont équivalentes aux deux relations

$$[M]_{T=0} = 0 \qquad \text{et} \qquad \left[\frac{dM}{dT}\right]_{T=0} = 0$$

M. Guye montre que l'hypothèse précédente, bien que très hardie, n'est pas aussi gratuite qu'on pourrait le supposer à première vue. Il rappelle à ce propos que la formule d'Einstein qui rend compte d'une façon satisfaisante des variations de la chaleur spécifique des solides avec la température, satisfait précisément aux deux conditions

$$[C]_{T=0} = 0 \qquad \text{et} \qquad \left[\frac{dC}{dT}\right]_{T=0} = 0$$

et même à la condition générale

$$\left[\frac{d^n C}{dT^n}\right]_{T=0} = 0$$

[1] Dans le cas de fonctions non développables en série de Mac Laurin la condition générale $\frac{d^n M}{dT^n} = 0$ n'implique pas M = constante. Un exemple élémentaire est donné par la fonction $e^{-\frac{1}{T^2}}$ dont tontes les dérivées sont nulles pour T = 0 sans que la fonction même soit constante dans un intervalle fini aboutissant à T = 0.

Les expériences de Nernst et de ses élèves, sur les variations de la chaleur spécifique aux basses températures, confirment d'ailleurs ce résultat en ce qui concerne la dérivée première ; la précision ne permettant pas apparemment d'aller au delà.

En second lieu M. Guye cite les expériences récemment effectuées par M. Kamerlingh Onnes, sur la résistance électrique du mercure à la température de l'hélium liquide, qui ont montré que cette résistance tombe brusquement et devient négligeable bien avant d'atteindre le zéro absolu. On peut donc supposer avec quelque vraisemblance que la courbe de la résistance électrique se raccorde tangentiellement avec l'axe des températures, ce qui correspondrait encore aux deux conditions

$$[R]_{T=0} = 0 \qquad \left[\frac{dR}{dT}\right]_{T=0} = 0$$

Le cas de la résistance électrique est particulièrement intéressant, car, avec l'effet Joule, on a affaire à un phénomène irréversible qui tend à disparaître au zéro absolu.

Soit Δi le courant supposé *fini* qui traverse la résistance au *voisinage* du zéro absolu ; la quantité de chaleur Δq est donné par la relation $J\,\Delta q = R\overline{\Delta i}$ qui jointe aux deux conditions précédentes, nous montre qu'à la limite des basses températures, le dégagement de chaleur tend à s'annuler pour une valeur finie du courant.

M. L. de la Rive.— *Sur l'équivalence de la force de Laplace due au mouvement de l'électron dans un champ magnétique uniforme et la force centrifuge composée.*

Dans un système d'axes à disposition directe, les deux forces ont la même définition et la même expression analytique en identifiant le facteur constant eH/m à une vitesse angulaire 2ω. Il est à remarquer que ce facteur a les dimensions d'une vitesse angulaire et l'auteur voit dans cette identité plus qu'une simple analogie et cherche à y trouver des aperçus nouveaux sur les conditions cinématiques de la molécule dues au courant et au magnétisme d'un pôle.

En appliquant ces considérations au mouvement de l'électron, on cherche les équations du mouvement de l'électron par rapport aux axes $x'\ y'$ ayant une vitesse angulaire ω inverse par rapport aux axes fixes $x\ y$, et les équations qui sont, pour $x\ y$,

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 2\,\omega\,\frac{dy}{dt} \qquad \frac{d^2y}{dt^2} = -\,2\,\omega\,\frac{dx}{dt}$$

deviennent :

$$\frac{d^2x'}{dt^2} = -\,\omega^2 x' \qquad \frac{d^2y'}{dt^2} = -\,\omega^2 y'$$

C'est-à-dire que la force de Laplace et la force centrifuge composée sont éliminées, ainsi que la force centrifuge et remplacées par une force attractive proportionnelle à la distance.

L'auteur se réserve de revenir sur les conséquences de ce principe pour la trajectoire de l'électron. Il mentionne une expérience décrite par M. S. S. Thomson dans sa théorie des corpuscules qui implique l'analogie entre les deux forces, sans toutefois la préciser. Cette expérience consiste à remplacer le poids d'un pendule conique par un gyroscope à axe vertical.

Séance du 6 juin

L. de la Rive. Sur une démonstration géométrique de la transformation de la trajectoire circulaire en ellipse. — Th. Tommasina. La physique électronique et les trois modes d'existence de l'électron

M. L. de la Rive. — *Sur une démonstration géométrique de la transformation de la trajectoire circulaire en ellipse.*

L'auteur a montré précédemment que la trajectoire circulaire de l'électron dans un champ magnétique devient une ellipse par rapport à des axes rotatifs. Cette propriété se démontre géométriquement par le fait *qu'un point lié invariablement à un cercle roulant dans l'intérieur d'un cercle de rayon double décrit une ellipse.* La vitesse angulaire sur le cercle pour les axes fixes est le double de celle des axes rotatifs, et d'autre part, pour obtenir le mouvement relatif, il faut donner au système une rotation égale et contraire à celle des axes. Il en résulte que la trajectoire relative s'obtient en faisant rouler un cercle dans l'intérieur d'un cercle de rayon double.

M. Th. Tommasina. — *La physique électronique et les trois modes d'existence de l'électron.*

La physique théorique moderne contient trois hypothèses fondamentales, ou se base sur trois théories principales qui sont: la théorie électromagnétique des radiations, la théorie électronique de l'électricité et la théorie électrique de la matière. Ces trois théories collaborent pour former la théorie générale électronique électromagnétique de tous les phénomènes physiques. Pourtant chacune de ces théories conserve son champ spécial d'application. Ainsi, la première étudie ce qui se passe dans le milieu qui sert à la transmission des radiations, elle a pour tâche d'en établir la nature, qui est celle des radiations elles-mêmes; la deuxième embrasse tous les phénomènes électrostatiques et électrodynamiques et leur présence dans les modifications expérimentales magnétiques et électromagnétiques, et elle s'efforce à les ramener tous à

une dynamique statistique des charges élémentaires; la troisième, enfin, qui est la moins développée, n'a pas encore des faits expérimentaux à son appui, mais elle découle directement et logiquement des deux autres théories, et son champ embrasse la physique moléculaire, ainsi que la chimie physique et l'électrochimie. Mais en plus de la distinction, que nous venons de faire, des champs qui appartiennent plus spécialement à l'une qu'à l'autre de ces théories, il y a quelque chose qui les distingue encore plus nettement, car il fixe entre elles des limites absolument infranchissables. C'est que la manière d'être hypothétique de l'électron en chacun de ces champs n'est pas la même, et qu'on a là, au contraire, trois modes d'existence particuliers, différents et parfaitement constants, de l'électron.

Dans la première des théories que nous venons d'indiquer, chaque électron jouit d'un champ d'activité où il peut vibrer transversalement et longitudinalement, champ qui est sa sphère d'action. Mais ce champ électronique ne peut pas changer de place par rapport au milieu, celui-ci étant uniquement constitué par des sphères d'action électroniques contigües, qui se suivent sans discontinuité en toutes les directions dans l'univers entier, n'étant pas admissible un espace libre où la lumière ne puisse se propager. On a donc ici en définitive une théorie électronique de ce qu'on appelait autrefois l'éther luminifère. Les électrons sont les éléments intégrants réels et exclusifs de l'éther, ils en sont les molécules ou les atomes. L'éther devient par cette hypothèse un milieu essentiellement électromagnétique, car, étant exclusivement électronique, ses électrons sont constamment en activité pour produire le phénomène électromagnétique des radiations. Cette théorie a comme caractère fondamental, comme base immuable, le déplacement de l'électron limité par sa sphère d'action, et la fixité de celle-ci dans l'endroit de l'espace qu'elle occupe. Aucun entraînement de l'éther n'est donc admissible ; et cette question tant discutée se trouve ainsi tranchée et définitivement éliminée. Ce qui est en parfait accord avec le fait que les résultats des expériences exécutées pour établir l'entraînement de l'éther ont été tous négatifs. D'ailleurs, la nouvelle théorie électromagnétique de la gravitation se base, elle aussi, comme on l'a vu, sur l'inadmissibilité d'un tel phénomène. L'entraînement d'un faisceau de rayons, que montre l'expérience de Fizeau, ne nécessite nullement un transport de l'éther, celui de sa modification suffit.

Voyons maintenant comment se comporte l'électron selon la théorie électronique de l'électricité, dans les phénomènes statiques et dynamiques. Ce qui caractérise ces phénomènes est précisément une manière d'être de l'électron très différente de celle qu'on vient de décrire. La sphère d'action de l'électron, au lieu d'être indépla-

çable dans l'espace, est, au contraire, transportée au travers de celui-ci avec une vitesse petite ou grande, mais ne pouvant en aucun cas dépasser celle de la lumière. Cela par la simple raison que la vitesse du transporté ne peut pas être plus grande que celle du transporteur. L'électron mobile est transporté par l'autre activité électronique, celle du milieu électromagnétique, que nous venons de décrire, dans lequel il se trouve constamment immergé. Or, la vitesse maxima de propagation de cette activité est celle de la lumière. *En aucun phénomène physique il est possible d'envisager l'électron isolé ou indépendant d'un tel milieu.* J'insiste sur cette affirmation, car ce fait, que les analystes oublient ou croient pouvoir se permettre d'en faire abstraction, est fondamental pour l'explication électronique des phénomènes physiques, dont la corrélation est ainsi mise en évidence par des liaisons étroites, indestructibles. Ce fait nous oblige à reconnaître que cette deuxième théorie ne saurait en aucun cas remplacer la première, qu'elle la complète, au contraire, et de telle façon que non seulement elle s'y ajoute, mais elle s'y appuie. C'est dire que tous les travaux analytiques qui ont eu pour but d'étudier les mouvements des électrons, mouvements de translation et non pas vibratoires, n'ayant point tenu compte de l'activité préexistante et perpétuelle du milieu, sont incomplets, donc erronés.

Il y a un problème dont on possède trois solutions analytiques qui ne sont pas en accord entre elles : c'est celui de la déformation de l'électron. Ce qu'on vient de dire montre qu'on ne pourra trouver une solution exacte et définitive de ce problème qu'en l'étudiant simultanément, mais séparément, dans le champ de chacune de ces théories. En effet, la déformation de l'*électron transporté* ne peut pas être identique à celle de l'*électron vibrant*, qui ne sort point de sa propre sphère d'action ; la déformation de celui-ci dépend de sa fonction transmettrices des radiations. Cette déformation est due aux pressions que l'on appelle forces Maxwell-Bartoli et dont le rôle capital, comme je l'ai montré en plusieurs de mes Notes, est de produire le phénomène de la gravitation universelle.

D'après ce mode d'existence de l'électron on n'a donc pas affaire, dans cette deuxième théorie, à des électrons libres, mais à des électrons transportables, formant un courant, un flux ou un rayonnement; quant à leur étalement en couches sur les corps, pour constituer une charge électrique, il ne peut pas être précisé, la vraie nature de la tension électrostatique n'étant pas connue.

Si nous passons à présent à la troisième théorie électronique, que nous avons indiquée sous le nom de théorie électrique de la matière, nous reconnaissons immédiatement que nous avons là une nouvelle manière de se comporter de l'électron, car il s'y

trouve assujetti à un certain nombre de liaisons spéciales, dont la variété est telle qu'elle donne lieu à la constitution des différents atomes, dit chimiques, que l'on suppose être les éléments intégrants, toujours identiques en chaque corps simple. M. J.-J. Thomson et d'autres savants ont déjà tâché de pénétrer dans ce nouveau champ de recherches, pour le moment encore purement théoriques et hypothétiques, en établissant des corrélations entre les liaisons électriques ou architectures électroniques et les valences atomiques. Cette corrélation doit exister certainement, mais avec bien d'autres qui nous fourniront l'explication des propriétés atomiques individuelles, caractéristiques pour chaque corps simple, à l'aide de leur genèse électromagnétique, donc physique, en utilisant surtout l'étude des séries des raies spectrales. On aura ainsi une physique de l'affinité chimique. Mais, comme je l'ai dit au début, cette troisième théorie électronique est à peine initiée, il nous suffira donc de l'avoir simplement indiquée et, pour ainsi dire, cataloguée.

Séance du 4 juillet

F. Louis Perrot et Georges Baume. Nouvelle détermination du poids atomique du chlore. — Georges Baume et Mario Bassadona. Recherches sur la cémentation par les gaz et les mélanges gazeux. — Ettore Cardoso. L'équation des fluides de van der Waals et la loi du diamètre. — Th. Tommasina. Sur la conductibilité électrique des métaux.

MM. F. Louis Perrot et Georges Baume. *Nouvelle détermination du poids atomique du chlore.*

I. L'importance que présente la détermination exacte du poids atomique du chlore [1] a engagé les auteurs à entreprendre, par une méthode aussi simple que possible, une nouvelle série de mesures de cette constante, en combinant avec l'acide chlorhydrique gazeux un poids connu d'ammoniac liquide [2]. Le principe de la méthode et l'appareil employés dérivent directement de ceux que l'un d'eux

[1] Cf. Ph. A. Guye, *Journ. chim. phys.*, t. 8, p. 222 (1910) ; O. Scheuer, *ibid.*, p. 289 ; Gray et Burt, *Journ. chem. Soc.*, t. 95, p. 1633 (1909) et *Chem. News.*, t. 103, p. 161 et 170 (1911).

[2] Le poids atomique du chlore se trouve ainsi rapporté à ceux de l'hydrogène et de l'azote dont les valeurs sont bien connues par les travaux classiques de Morley, Leduc et Rayleigh (H = 1.0077) et ceux de Ph. A. Guye et de ses élèves (N = 14.009). Dans des essais effectués en 1894, J. Thomsen, opérant en solution aqueuse, a déjà obtenu une valeur assez satisfaisante du rapport NH_3 : HCl. (*Zeitsch. phys. Chem.*, t. 13, p. 398).

a établis pour la détermination des courbes de fusibilité des mélanges très volatils (gaz)[1] en mettant à profit la faible volatilité de certains composés d'addition fournis par les gaz liquéfiés après refroidissement convenable du système étudié.

II. L'appareil utilisé, entièrement construit en verre soudé et tenant parfaitement le vide, comprenait :

1° Les systèmes générateurs et purificateurs des deux gaz amenés rapidement à l'état de pureté nécessaire par des liquéfactions et fractionnements successifs[2].

2° Un réservoir à gaz de grande capacité (formé de cinq ballons de deux litres) dans lequel l'acide chlorhydrique purifié est conservé à l'état gazeux, sous une pression supérieure à une atmosphère.

3° Un tube-laboratoire à parois épaisses, en forme de T[3], muni d'un robinet tenant parfaitement le vide et pouvant résister à des pressions de plusieurs atmosphères, ainsi que d'un joint plat rodé permettant de le réunir au reste de l'appareil ou de l'en séparer facilement[4]. Des pesées convenables de ce tube, d'abord vide, puis avec une certaine quantité d'ammoniac liquide (3 à 5 grammes), puis après addition d'acide chlorhydrique (1 à 2 grammes), et enfin après élimination de l'excès d'ammoniac, permettent de calculer aisément la valeur du rapport NH_3 : HCl ; on en déduit la valeur du poids atomique du chlore, rapporté à l'azote et à l'hydrogène[5].

III. La réaction $NH_3 + HCl$, qui ne se produit pas lorsque les deux corps sont solides, devient explosive dès leur liquéfaction. Elle peut s'effectuer régulièrement en amenant HCl gazeux au contact de NH_3 liquéfié, bien qu'avec un grand dégagement de

[1] G. Baume, *C. R.*, t. 148, p. 1322 (1909) et *Journ. chim. phys.*, t. 9, p. 244 (1911).

[2] Les récentes déterminations de la densité de HCl et NH_3, effectuées notamment par O. Scheuer, nous permettent d'admettre, dans les gaz ainsi purifiés, une proportion d'impuretés inférieure à 1 : 10.000.

[3] Sa forme spéciale permettait de donner à NH_3 liquide une grande surface de combinaison.

[4] Cf. Ph. A. Guye, *Arch. des Sc. phys. et nat.*, 4e période., t. 27, p. 557 (1909).

[5] La variation de pression dans les tubes n'amenant aucune variation de volume de ceux-ci, la seule correction à apporter aux pesées brutes est celle des poids marqués, toutes nos pesées ayant été effectuées en employant un contrepoids de même verre et de même volume que le tube-laboratoire. L'appareil était également muni d'un tube contenant du charbon de noix de coco, qui permettait de faire le vide complet dans l'appareil par le procédé connu.

chaleur ; celui-ci nécessite une réfrigération énergique du tube-laboratoire pour éviter, par dilatation des vapeurs, tout entraînement de NH_3 ou de NH_4 Cl pulvérulent dans les canalisations de l'appareil. On ne doit donc amener HCl au contact de NH_3 que par petites quantités et sous une pression aussi élevée que possible (d'où l'emploi du réservoir mentionné ci-dessus).

Malgré ces précautions, les auteurs ont eu à enregistrer quelques échecs qu'il était aisé de constater par la formation d'un dépôt blanc de NH_4Cl dans les canalisations[1] ; mais un certain nombre d'essais (cinq) ont pu être effectués dans des conditions normales[2]. Leur moyenne générale conduit à un nombre très voisin de Cl = 35.465, si l'on admet comme poids atomique de l'azote la valeur N = 14.009 qui semble actuellement la plus probable. Quelle que soit d'ailleurs la valeur définitive de cette dernière constante, on peut considérer le résultat obtenu comme une confirmation de la valeur internationale Cl = 35.46.

La même méthode paraît applicable à plusieurs autres systèmes ammoniacaux.

MM. Georges Baume et Mario Basadonna. — *Recherches sur la cémentation par les gaz et les mélanges gazeux.*

I. Les expériences de G. Charpy, L. Guillet, etc. ont montré qu'il ne peut y avoir cémentation par le carbone pur en l'absence de gaz : ceux-ci sont par suite l'agent du phénomène. Les essais systématiques de cémentation par les gaz, effectués par Charpy, Schenck (CO), Giolitti et ses élèves (CO, CH_4, C_2H_4, gaz d'éclairage) etc. permettent de se rendre compte de l'influence considé-

[1] On trouve dans ce cas une valeur trop élevée pour le poids atomique du chlore ; le résultat est au contraire trop faible, lorsque l'élimination de l'excès d'ammoniac est incomplète.

[2] Les résultats de ces essais sont consignés dans le tableau suivant :

Poids de HCl (corrigé)	Poids de NH_3 (corrigé)	Poids moléculaire de HCl pour		
		N = 14.010	N = 14.009	N = 14.008
1.50409	0.70245	36.471	36.469	36.467
1.28613	0.60046	36.483	36.481	36.479
0.56776	0.26514	36.474	36.472	36.470
1.47740	0.68995	36.473	36.471	36.469
2.08181	0.97219	36.474	36.472	36.470
Moyenne		36.475	36.473	36.471
Poids atomique du chlore		35.467	35.465	35.463

rable qu'exercent sur le résultat final la nature chimique et le mode d'action du cément gazeux : A. Portevin en a récemment résumé les grandes lignes sous une forme remarquable [1].

II. On sait que le carbone de cémentation est produit par la dissociation du gaz carburant employé (CO, C_2N_2, carbure d'hydrogène) : une masse connue de gaz produit toujours, pour une température et une pression données, la même quantité déterminée de carbone libre lorsque l'équilibre est atteint [2]. Quant au résultat de la cémentation, il doit dépendre non seulement de la limite de de dissociation du gaz, mais aussi de la vitesse de ce phénomène [3], de la solubilité et de la vitesse de diffusion du carbone et du gaz dans le métal et naturellement de la masse et de la forme de ce dernier [4] ; il en résulte, selon les cas, des variations considérables dans l'allure de la courbe de pénétration du carbone dans le métal, obtenue en portant en abcisses les distances à la surface libre de celui-ci, et en ordonnées les teneurs en carbone correspondantes :

1° Si la vitesse de dépôt du carbone est très lente, la courbe devient sensiblement une droite à pente faible.

2° Si cette vitesse est au contraire très grande, la variation de la teneur en carbone est plus rapide et la courbe de pénétration peut présenter, dans certains cas, un point d'inflexion dont la tangente se rapproche plus ou moins de la verticale ; la couche cémentée peut même, à la limite, offrir de véritables discontinuités, qui permettent d'expliquer simplement la plupart des avaries de pièces cémentées.

III. Les auteurs ont étudié métallographiquement, au moyen d'échantillons et de clichés repérés, la cémentation du fer pur (électrolytique) par les gaz carbonés suivants, amenés à un grand état de pureté par l'emploi des méthodes modernes de liquéfaction et distillations fractionnées dans des appareils entièrement construits en verre soudé (fig. 1) :

[1] A. Portevin, *Revue de Métallurgie,* t. VII, p. 859, (1910).

[2] Ces systèmes sont, en effet, généralement bivariants. Si l'atmosphère gazeuse limitée est remplacée par un courant gazeux, le problème se ramène au précédent, si la durée de séjour du gaz dans l'appareil de cémentation est supérieure à celle qui est nécessaire pour atteindre l'équilibre ; il existe dans ce cas une vitesse du courant gazeux pour laquelle le dépôt de carbone par unité de temps est maximum (Cf. A. Portevin, *loc. cit.*).

[3] Le fer peut agir comme catalyseur dans certaines conditions.

[4] Dans les essais mentionnés plus loin, les échantillons de fer ont tous été identiques.

Gaz	CO	CH_4	C_2H_6	C_2H_4	C_2H_2	C_2N_2	gaz d'éclairage[1]
N° correspondt. de la fig. 2	1	2	3	4	5	6	7

La première série d'opérations, qui fait l'objet de la présente communication, a été effectuée en chauffant pendant douze heures, dans un tube étanche en silice chauffé électriquement (fig. 1), des échantillons identiques de fer pur dans une atmosphère de gaz renouvelée de la même manière pour tous les gaz étudiés, à la

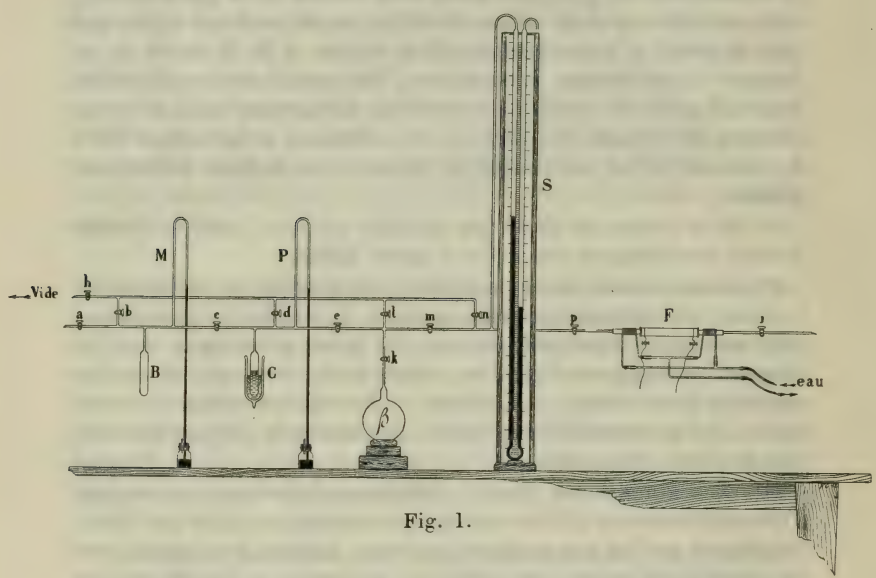


Fig. 1.

température de 875°, légèrement supérieure au point de transformation du fer α en fer γ. Les résultats de ces essais confirment, *qualitativement* et *quantitativement*, les développements précédents; quelques-uns des photogrammes obtenus ont été reproduits dans la fig. 2[2].

Les auteurs poursuivent actuellement l'étude systématique de ces problèmes par l'application raisonnée des lois de la mécanique chimique.

[1] Le gaz d'éclairage de la ville de Genève, qui a été utilisé, n'a pas été, bien entendu, purifié. On trouvera sa composition exacte dans la Thèse de Doctorat de M. F. van Oostrom Meyjes (Genève, 1912).

[2] Les coupes obtenues après refroidissement lent des échantillons indiquent la présence de ferrite blanche et de perlite noire, non résolue (eutectoïde Fe — Fe_3C à 0,89 % C).

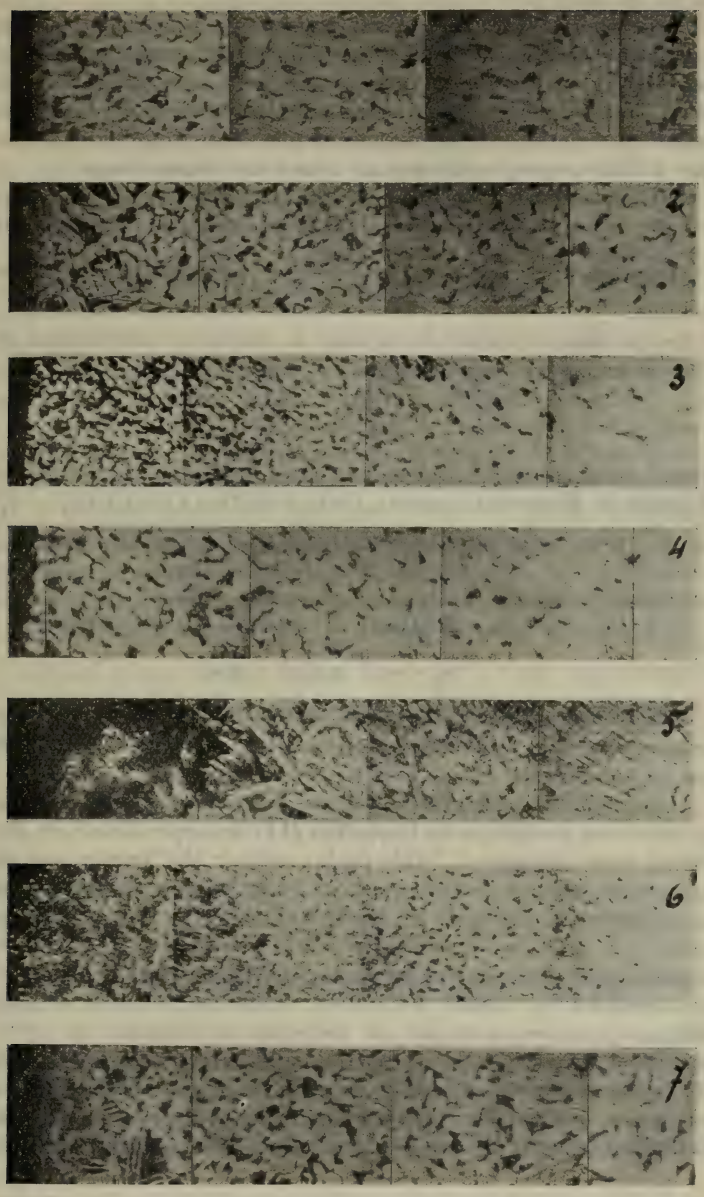


Fig. 2

Ettore CARDOSO. *L'équation des fluides de van der Waals et la loi du diamètre.*

Les mesures extrêmement soigneuses des densités des phases coexistantes effectuées ces dernières années ont montré qu'aucune substance ne suit rigoureusement la loi du diamètre rectiligne de MM. Cailletet et Mathias ; d'autre part, les mesures de densité au voisinage du point critique ont montré que l'*état final*[1] n'est atteint que difficilement et seulement au bout d'un certain temps.

J'ai recherché si l'équation de van der Waals pouvait rendre compte de ces anomalies en cherchant au moyen de cette équation l'expression de la fonction $\frac{d_1 + d_3}{2} = f(\mathrm{T})$ et celle du troisième volume.

Le problème revient en somme à chercher l'intersection de l'ordonnée p avec l'équation

$$p = \frac{\mathrm{RT}}{u - b} - \frac{a}{u^2} \tag{1}$$

quand cette ordonnée sépare deux aires égales sur la courbe en S (règle de Maxwell-Clausius). Cette condition s'écrit $p(u_3 - u_1) = \int_{u_1}^{u_3} p \, du$ et si on tire p de l'équation de van der Waals et on résout l'intégrale, on trouve la formule connue

$$p = \frac{\mathrm{RT}}{u_3 - u_1} \ln \frac{u_3 - b}{u_1 - b} - \frac{a}{u_1 u_3} \tag{2}$$

Il nous faut donc chercher des valeurs de P et de u_1 et u_3 correspondantes qui satisfassent à la condition d'intersection donnée par l'équation (2).

Une première approximation de ces valeurs est donnée par une construction graphique de l'équation (1) ; les approximations suivantes sont obtenues à l'aide de la méthode de Newton qui est applicable dans ces conditions. Pour avoir les valeurs de u_2 et u_3 immédiatement, j'ai égalé les coefficients de (1) ordonnés par rapport à u à ceux de l'équation $(u - \alpha)(u - \beta)(u - \varphi) = 0$ dans laquelle $\alpha\,\beta\,\varphi$ représentent les racines de l'équation (1) et j'en ai tiré aisément les valeurs des autres racines en fonction de celle obtenue précédemment par la méthode de Newton. Je voyais ensuite si les valeurs de u_1 et u_3 ainsi obtenues introduites dans (2) égalaient la valeur de p de laquelle j'étais parti. Si tel n'était pas le cas, la moyenne entre la valeur de p posée et celle calculée au moyen de u_1 et u_3 fournissait une deuxième approximation de

[1] Cette expression doit être prise dans le sens qui lui a été attribué par Gouy ; *C. R.* 115, 720 et 116, 1289, 1893.

p pour laquelle je calculais u_1, u_2, u_3 lui correspondant de la manière que j'ai indiquée plus haut et que j'introduisais de nouveau dans l'équation (2). En procédant ainsi de proche en proche on peut atteindre telle précision que l'on veut ; j'ai arrêté mes calculs quand j'ai retrouvé la valeur de p au moyen de (2), à $^1/_{1000}$ près.

Cette méthode de calcul a été appliquée à C_6H_5Fl, substance qui peut être considérée comme tout à fait normale et dont les éléments critiques ($T = 559,55$; $p_c = 44,62$ atm.) ont été déterminés par S. Young avec le plus grand soin.

J'ai calculé a et b par la méthode très élégante de M. Kuenen et les valeurs de p et de u_1, u_2, u_3, lui correspondant pour les isothermes 503°, 523°, 543°, 556°.

Le diamètre ainsi déduit ne nous fournit aucune indication sur l'incurvation, car il est sensiblement linéaire[1]. Son coefficient angulaire est de même signe que celui expérimental (négatif).

La densité de la troisième phase est une fonction de la température qui peut être considérée comme rectiligne[2] (très légèrement concave du côté des liquides), son coefficient angulaire est positif. Il y a lieu de remarquer que dans l'équation (1) la différence d'ordonnée entre les deux points, pour lesquels la dérivée de la fonction (1) s'annulle, n'est plus qu'une très faible fraction d'atmosphère (environ 0,06 atm.), ce qui a lieu au voisinage de la température réduite 0,9936, la densité de cette troisième phase se confond presque avec la valeur de $\frac{d_1 + d_3}{2}$, c'est approximativement à cette température réduite que nos expériences sur SO_2[3],

[1] A la condition de prendre comme nous l'avons fait

$$b = \frac{(1 + a)(1 - b)Tc}{273.8.pc}$$

(Kuenen) et pour Vc 3 fois fois cette quantité, si au contraire on prend pour Vc 3 fois

$$b = \frac{Tc}{8.273.pc}$$

le diamètre s'incurve et la courbure est de sens contraire à celle expérimentale.

[2] La loi de tension de vapeur que l'on déduit de ces calculs est elle aussi presque une ligne droite (écart d'avec l'équation $p = a + bt$, $\pm$ 0,3 atm.), au voisinage de T_c la tension devient plus forte que ne le demanderait une équation linéaire ou exponentielle. Il y a lieu de rapprocher ce fait de ce qui a été dit dans la note précédente (N° 1) à propos du diamètre.

[3] *Cf. Archives,* XXVIII, 392, 1909 et XXXIV, 127, 1912 ; *C. R.* 153, 257, 1911.

par exemple, ont montré que l'état final demande un certain temps pour être atteint et que le diamètre s'enfléchit.

Si, comme on l'admet assez généralement, cette troisième phase représente un état instable de la matière, elle semblerait expliquer, théoriquement du moins, les difficultés que l'on a pour faire des mesures de densité au voisinage du point critique, en admettant qu'à ces températures cet état puisse résister plus longtemps en équilibre avec les deux autres, en raison de son grand voisinage et de son équidistance avec eux, et qu'il ne se dissocierait en vapeur et liquide qu'au bout d'un certain temps[1].

En attribuant une stabilité croissante à cette troisième phase, à mesure que T/T_c tend vers l'unité, son existence ne serait plus limitée à la mince couche de passage entre le liquide et la vapeur, comme le suppose W. Thomson (cité par J.-C. Maxwell dans « Theory of heat »), mais il s'en trouverait encore dans les régions avoisinant cette couche, soit dans le haut de la phase liquide et dans le bas de la phase gazeuse, car la densité de cette troisième phase tend, comme nous l'avons vu, vers la valeur de $\frac{d_1+d_3}{2}$. En faisant un pas de plus dans l'hypothèse et en admettant qu'à une température réduite très voisine de l'unité, cette troisième phase ne se dissocierait plus que très difficilement, on rendrait compte de la courbure du diamètre en admettant que le titre de cette troisième phase contenue dans la phase liquide soit supérieur à celui contenu dans la phase gazeuse. Mais ces phénomènes peuvent être aussi clairement expliqués à l'aide d'une théorie liquidogenique convenablement modifiée ; c'est une raison très importante pour insister sur le caractère hypothétique de nos explications et d'attendre le résultat de nouvelles et nombreuses expériences confirmant ou excluant les anomalies observées, pour pouvoir élucider complètement ces importantes questions.

M. Th. Tommasina. — *Sur la conductibilité électrique des métaux.*

La conductibilité électrique des métaux est un phénomène très connu que l'on mesure avec une grande exactitude. Ce ne sont, naturellement toujours, que des valeurs relatives, des rapports à l'unité arbitraire. Ces mesures entrent dans toutes les applications pratiques et industrielles de l'électricité, ainsi que dans la construction des instruments et des appareils de laboratoire. Pourtant, un profond mystère règne encore sur la nature de ce phénomène ; car nos connaissances actuelles ne nous permettent

[1] Ce raisonnement est conforme à la règle des phases, en effet, si on admet l'existence de la troisième place, le système devient bivariant.

pas de le définir, de dire en quoi consiste, mécaniquement, ce passage plus ou moins facile, ou facilité, du courant électrique dans ou sur les métaux. Nous n'avons que des théories nouvelles qui ont remplacé les anciennes, mais qui sont elles aussi arbitraires.

La théorie généralement admise aujourd'hui est celle qui se base sur les travaux de Drude ; H.-A. Lorentz y a apporté quelques importantes modifications, mais les physico-mathématiciens l'utilisent sous forme analytique, sans préciser, sans choisir entre les différentes hypothèses qui ont trait à la nature des centres électriques mobiles, qu'on suppose *libres de se mouvoir dans le métal*, sans trancher la question s'il existe une seule espèce d'électrons mobiles, les négatifs, ou bien s'il en existent deux, les négatifs et les positifs. Cela est déjà un grave inconvénient, car il n'aide certainement pas, ni à la clarté de la théorie, ni à l'exactitude de son application. On a trouvé commode d'appliquer tout simplement au mouvement des électrons dans les métaux les formules que la théorie cinétique des gaz a établi pour le mouvement de translation des molécules. Conséquemment, l'on a fait intervenir ensuite les mêmes centres électriques mobiles pour l'étude de la conductibilité thermique des métaux ; la transmission de la chaleur s'y accomplirait par l'activité des électrons, tandis que les atomes n'auraient plus cette fonction.

Or, si cette théorie semble avoir donné jusqu'ici quelques résultats satisfaisants, en laissant pourtant inexplicables plusieurs anomalies, cela est dû au fait qu'en dernière analyse elle tient compte quantitativement du milieu actif, sans en faire mention. En effet, cette théorie prend pour point de départ un phénomène secondaire, le mouvement de translation des électrons, car, en supposant que l'électron se déplace librement, elle fait abstraction du phénomène primaire, c'est-à-dire de la cause mécanique produisant directement le déplacement des électrons.

Le fait est que cette liberté, que cette faculté de se mouvoir de soi-même de l'électron dans les métaux n'existe pas, comme elle n'existe pas davantage, ni dans les liquides, ni dans les gaz, ni dans les tubes à vide. Les électrons sont déplaçables, donc mobiles, mais pas libres, puisqu'ils sont mus, ou mieux transportés, mais non pas par le courant, car ce sont eux-mêmes qui constituent le courant. La correction de la théorie est, à ce point de vue, nécessaire et facile. Il faut attribuer à un même milieu électromagnétique l'action motrice des électrons dans la conductibilité électrique, et l'action motrice des atomes et des molécules dans la conductibilité thermique ; ce qui explique la relation étroite que l'on a constatée depuis longtemps entre les lois de ces deux conductibilités dans les métaux.

D'ailleurs, il est évident que la théorie cinétique des gaz doit

recevoir, elle aussi, la modification inhérente à l'intervention motrice du milieu électromagnétique, dont il n'est plus permis désormais d'en faire abstraction dans l'étude d'aucun phénomène physique. Il est donc très regrettable que les auteurs les plus récents, qui appliquent, au mouvement des centres électriques mobiles entre les molécules et les atomes des métaux, les formules de la théorie cinétique des gaz, conservent un langage qui n'est pas d'accord avec les principes de la physique générale électromagnétique. Avant d'utiliser, dans un champ nouveau et selon les vues modernes, cette dernière théorie, il faut en corriger les notions fondamentales. Ainsi, par exemple, l'expression *énergie cinétique moyenne d'une molécule* est trop vague, il faut la remplacer par *pression totale de vibration transversale et d'oscillation longitudinale d'une molécule*, qui précise davantage et indique la nature physico-mécanique du phénomène. Car l'ancienne hypothèse, que la vibration thermique des molécules d'un gaz consiste en simples translations rectilignes en tous les sens, des molécules s'entre-choquant et heurtant les parois du récipient, doit être modifiée en y introduisant le mécanisme de la vibration électromagnétique. Donc, plus rien de rectiligne, les trajectoires ne sont plus zigzaguées mais spiroïdales ; *chaque molécule les exécute dans sa propre sphère d'action limitée par les sphères d'action des molécules contigües*, analoguement à ce qui se passe dans la diffusion et l'absorption de la lumière. En effet, le milieu est le même, car on sait que le milieu électromagnétique pénètre complètement même les métaux, étant le vrai moteur des atomes et des molécules, aucun atome, à plus forte raison de ce que nous avons dit pour les électrons, ne pouvant se déplacer de lui-même par ses propres forces, par ses seules activités internes, sans l'intervention de forces extérieures. Dans la nouvelle physique électromagnétique, il ne suffit plus d'attribuer ces forces extérieures aux chocs, il faut tenir compte aussi de ce qui se passe avant et après le choc. Or, ce qui se passe en réalité, c'est le phénomène des modifications des champs électromagnétiques produites *par* et *dans* l'activité du milieu, lesquelles modifications exécutent le transport autant de la molécule frappante que de la molécule frappée. Pour ces mêmes raisons, on ne doit plus parler de *parcours libre moléculaire*, mais l'appeler *parcours moléculaire* tout court, en entendant par là l'amplitude de la trajectoire de la molécule dans sa sphère d'action.

En reprenant nos considérations sur ce qui se passe dans la conductibilité électrique des métaux, nous faisons observer que l'introduction du rôle du milieu électromagnétique, qui, étant universel et unique, est le même pour les phénomènes thermiques, établit une liaison intime entre les deux catégories de

phénomènes. Aussi permet-elle d'expliquer les phénomènes thermiques produits par le courant, les forces électromotrices thermoélectriques, les effets Peltier et Thomson, ainsi que les phénomènes électromagnétiques et thermomagnétiques transversaux et longitudinaux, phénomène de Hall, effet Ettingshausen, effet Righi et Leduc, effet Ettingshausen et Nernst. Et cette explication ne demande pas l'introduction de l'hypothèse du mouvement libre des électrons, constituant le courant, dans toute la masse des conducteurs métalliques, hypothèse qui est en contradiction avec les innombrables faits parfaitement constatés de l'électrostatique, lesquels montrent que tout doit se passer dans les couches superficielles. La tendance du courant à suivre les conducteurs sans les pénétrer qu'en se transformant en chaleur est précisément une caractéristique qui distingue et sépare nettement la conductibilité électrique de la conductibilité thermique, qui ne sont certes pas identiques.

Quant à la question des centres électriques mobiles, je pense que l'observation sur laquelle s'appuie Lorentz — qu'en tous les cas les déplacements des charges positives montrent en celles-ci une masse comparable à celle de l'atome, et que dans le phénomène de Hall on a constaté qu'on produit une inversion avec le même métal par le simple changement d'intensité du champ magnétique — suffit pour démontrer qu'on ne doit admettre qu'un seul type d'électrons mobiles, les négatifs, tandis que les éléments mobiles positifs seraient toujours et partout des ions.

Séance du 3 octobre

Dr J. Carl. *Apus cancriformis* dans les environs de Genève. — M. Battelli et Mlle Stern. Différence entre les vraies oxydases et le catalyseur dans les tissus animaux, oxyde la p-phénylènediamine. — M. Brun. Sur les transformations de la silice.

Dr J. Carl. *Apus cancriformis dans les environs de Genève.* L'*Apus cancriformis,* crustacé de l'ordre des *Euphyllopodes,* est connu pour ses apparitions très sporadiques, rares et irrégulières. A part certains endroits en Allemagne, où on l'a observé pendant plusieurs années consécutives, toutes les autres stations citées dans la littérature n'en ont enregistré qu'une seule apparition éphémère, ou un petit nombre d'apparitions séparées par des intervalles irréguliers et en partie très longs. La seule indication sûre concernant la présence de l'Apus en Suisse est fournie par un exemplaire conservé au Musée de Berne, qui aurait été trouvé entre 1830 et 1840 dans une mare, au bord de la forêt de Brem-

garten, où on l'a recherché en vain depuis lors[1]. L'on sait que l'Apus apparaît en général, après de longues périodes de pluies, dans des mares et flaques d'eau qui se dessèchent vite, condition nécessaire, semble-t-il, pour sa réapparition. L'été très sec de 1911 suivi d'un été très humide doivent avoir été favorables au développement de ses œufs.

La découverte de l'Apus dans nos environs est due à M. Alfred Roch, architecte, qui remit le 16 septembre au Musée d'Histoire naturelle des débris d'un animal, que nous avons pu reconnaître comme appartenant à l'*Apus cancriformis*. Deux jours plus tard, M. Roch nous conduisit sur la place de sa première trouvaille, une clairière dans un bosquet de chênes entre Hermance et Douvaine, sur territoire français, où nous réussîmes à trouver une douzaine d'individus dans les ornières d'une route. L'eau de pluie s'était évaporée dans les ornières, mais la vase qui en couvrait le fond était encore humide et les Apus se trouvaient à demi enfoncés dans cette vase, tous morts et couchés sur le dos, c'est-à-dire dans la position dans laquelle ils nagent. Deux jours de soleil avaient donc suffi pour mettre un terme à leur vie, qui avait duré tout au plus quelques semaines. Le ♂ de l'Apus étant extrêmement rare, nous ne fûmes pas étonnés que tous les individus récoltés fussent des ♀ ; quoique de taille très variable, elles portent toutes des œufs dans la poche ovigère formée par les pattes de la 11me paire. Auront-elles déjà eu déposé des œufs mûrs qui, après désication suivie de ramollissement, donneront lieu une fois ou l'autre à une réapparition de l'animal à cet endroit ? Nous ne pouvons l'affirmer, n'ayant pas réussi à trouver les œufs dans la vase des ornières. Chose singulière, sur un tronçon un peu marécageux de la même route les ornières étaient encore remplies d'eau, mais n'hébergeaient point d'Apus ; la présence de Characées semble indiquer qu'il s'agit là de flaques permanentes, qui, pour cette raison, ne réalisent pas les conditions nécessaires au développement du Phyllopode.

A la suite d'une généralisation prématurée, on a affirmé tout récemment encore que l'Apus cancriformis et un allié, le *Branchipus stagnalis,* apparaissent toujours ensemble. L'auteur des « Pyllopodes », dans le Catalogue des Invertébrés de la Suisse, s'est déjà inscrit en faux contre cette affirmation et notre trouvaille lui donne raison. Ni dans les ornières à Apus, ni dans les gouilles et fossés de ce plateau nous n'avons pu découvrir, en nous servant du filet, de traces du Branchipus.

[1] Comp. Stingelin. *Catal. d. Invertébrés de la Suisse*, Fasc. II, Phyllopodes, 1908, p. 5, Annotation.

M. Battelli et Mlle Stern. *Différences entre les vraies oxydases et le catalyseur qui, dans les tissus animaux, oxyde la p-phénylènediamine.*

Les tissus animaux ont le pouvoir de produire, par synthèse oxydative, le bleu d'indophénol en agissant sur un mélange de α-naphtol et de p-phénylènediamine. Cette oxydation par les tissus animaux a donné lieu à un grand nombre de travaux. Les Auteurs remplacent ce réactif par la p-phénylènediamine seule, ce qui présente plusieurs avantages. Ils ont examiné le pouvoir oxydant de différents tissus vis-à-vis de la p-phénylènediamine. L'intensité de ce pouvoir oxydant a été mesurée soit en dosant la quantité d'O_2 absorbée, soit en dosant colorimétriquement le produit d'oxydation, dissout dans l'acétone. Les tissus broyés, additionnés d'eau et du réactif, sont agités énergiquement à la température de 40° en présence d'O_2.

Tous les tissus des animaux supérieurs oxydent la p-phénylènediamine, mais avec des intensités différentes. Les tissus qui possèdent le pouvoir oxydant le plus élevé sont : les muscles rouges, le cerveau, le foie et le rein. L'intensité d'oxydation est assez élevée. Ainsi 100 gr. de muscle de chien absorbent en moyenne dans l'oxydation de la phénylènediamine 170 cc. d'O_2 dans l'espace de 30 minutes. Les muscles blancs, le poumon, la rate, etc., ont un pouvoir oxydant beaucoup moins élevé.

La quantité d'O_2 absorbée par un tissu donné pour oxyder la p-phénylènediamine est très voisine de celle qu'il absorbe pour oxyder l'acide succinique. Le cerveau fait exception ; l'oxydation de la p-phénylènediamine par le cerveau est beaucoup plus énergique que celle de l'acide succinique.

Le pouvoir oxydant du sang vis-à-vis de la p-phénylènediamine est assez élevé ; celui de la salive est très faible comparé à celui des tissus.

Le catalyseur qui, dans les tissus animaux, a le pouvoir d'accélérer l'oxydation de la p-phénylènediamine est insoluble dans l'eau. Après avoir lavé un très grand nombre de fois le muscle broyé, il reste un résidu qui oxyde la p-phénylènediamine avec une intensité à peu près égale à celle du muscle frais. En traitant les tissus par deux volumes d'alcool ou d'acétone, on détruit leur pouvoir d'oxyder la p-phénylènediamine.

Le muscle lavé un grand nombre de fois jusqu'à ce qu'il soit bien blanc, c'est-à-dire qu'il soit débarrassé autant que possible d'hémoglobine, et rendu ensuite inactif par un chauffage à 60° n'oxyde pas la p-phénylènediamine en présence de H_2O_2. De même ce résidu bien blanc, après traitement par l'alcool ou l'acétone, n'oxyde pas la p-phénylènediamine en présence de H_2O_2. Il nous a donc été impossible de montrer la présence d'une peroxy-

dase dans le catalyseur qui, dans les tissus animaux, oxyde la p-phénylènediamine, contrairement aux résultats de Vernon. Cet auteur n'a pas pris la précaution de débarrasser les tissus de l'hémoglobine qu'ils renferment.

Les ferments du pancréas (pancréatine Merck) diminuent très énergiquement le pouvoir oxydant des tissus. Cette action inhibitrice des ferments du pancréas n'est pas due à la trypsine, ou uniquement à la trypsine, car la trypsine Grübler, qui a un pouvoir protéolytique supérieur à celui de la pancréantine Merck, diminue beaucoup moins que cette dernière le pouvoir oxydant des tissus.

La pancréatine bouillie perd en grande partie, mais pas complètement, son pouvoir inhibiteur.

Les ferments du pancréas n'ont aucune action sur l'alcooloxydase, l'uricoxydase, etc. d'origine animale.

Nous avons aussi examiné l'action de la pancréatine sur l'oxydation de la *p*-phénylènediamine par la polyphénoloxydase provenant du Lactarius vellereus ou des pelures de pommes de terre. Le Lactarius vellereus oxyde la *p*-phénylènediamine avec une intensité double ou triple de celle présentée par les muscles rouges. Le pouvoir oxydant des pelures de pomme de terre est beaucoup plus faible.

La pancréatine ajoutée au Lactarius vellereus broyé, non seulement ne diminue pas son pouvoir oxydant vis-à-vis de la phénylènediamine, mais elle l'augmente. Pour bien constater cette augmentation il faut prendre de petites quantités de champignon, par ex. 5 gr. de Lactarius broyé, 100 cm. d'eau, 1 gr. de *p*-phénylènediamine et 0,50 gr. de pancréatine. Mais le meilleur procédé pour constater cette action de la pancréatine est celui de préparer la polyphénoloxydase de Lactarius en précipitant par l'alcool l'extrait aqueux du champignon. La précipitation par l'alcool en présence de sulfate de M*g*, d'après le principe de M. Bach, donne aussi de très bons résultats. La polyphénoloxydase ainsi préparée, possède vis-à-vis de la *p*-phénylènediamine un pouvoir oxydant relativement faible, mais ce pouvoir devient huit à dix fois plus considérable si l'oxydase est préalablement soumise à l'action de la pancréatine pendant une quinzaine de minutes. On obtient des résultats analogues en employant comme réactif la teinture de gaïac, mais avec ce dernier réactif nous n'avons fait que des recherches qualitatives.

La pancréatine bouillie agit aussi énergiquement que la pancréatine fraîche. Les substances qui augmentent l'oxydation produite par la polyphénoloxydase ne sont donc pas des ferments. Ces substances dialysent. Elles n'activent pas le pouvoir oxydant de H_2O_2 vis-à-vis de la teinture de gaïac, etc.

Il est probable que ces substances soient constituées par des acides aminés ou d'autres produits protéolytiques contenus dans la pancréatine. M. Chodat a démontré l'activation de l'oxydation du *p*-crésol par la tyrosinoxydase en présence de ces produits protéolytiques et surtout en présence des acides aminés. Nous avons constaté que la leucine et l'alanine augmentent faiblement l'oxydation de la *p*-phénylènediamine par la polyphénoloxydase. Le glycocolle agit mieux, mais son action est beaucoup plus faible que celle de la pancréatine.

Les extraits aqueux de plusieurs tissus végétaux (raifort, rave, courge, etc.) augmentent aussi considérablement l'oxydation de la *p*-phénylènediamine par la polyphénoloxydase. L'ébullition ne fait pas diminuer ce pouvoir. Les substances actives contenues dans ces extraits ne sont pas précipitées par l'alcool et on les retrouve dans le liquide alcoolique.

L'augmentation, que la pancréatine ou les autres substances produisent dans l'oxydation de la *p*-phénylènediamine par l'oxydase, pourrait être expliquée soit par une vraie activation de ce ferment, soit par une protection que la pancréatine exerce sur l'oxydase contre une action toxique du substratum.

Le catalyseur contenu dans les tissus animaux et qui a le pouvoir d'oxyder la *p*-phénylènediamine se distingue donc nettement des vraies polyphénoloxydases parce qu'il est insoluble dans l'eau, parce qu'il est détruit par un traitement à l'alcool ou à l'acétone, et parce qu'il est affaibli par les ferments du pancréas.

Albert Brun fait une communication sur les *transformations de la silice*.

On sait que le verre de silice fondue se transforme par la chauffe en un aggrégat de cristaux[1] très peu biréfringents et d'une exiguité extrême.

Cette transformation a été étudiée par divers auteurs qui ont rapporté ces cristaux à la cristobalite.

L'auteur a repris cette étude.

En chauffant le verre de silice vers 1600° pendant 5 heures, l'auteur a obtenu de longues fibres de $^1/_3$ à $^1/_2$ millimètre de longueur dont les propriétés optiques diffèrent notablement de celles de la cristobalite naturelle.

En effet, le signe optique de l'allongement est positif. Le signe optique est positif et les sphérolites examinés en lumière polarisée parallèle donnent une croix noire positive.

De plus, la biréfringence peut atteindre 0,004.

[1] Provisoirement, ces cristaux sont désignés sous le nom de cristobalite (S.). (Simili cristobalite.)

Ces propriétés optiques rapprochent cette variété de silice du quartz et l'éloignent de la cristobalite.

Cependant, M. Brun estime que ces cristaux ne sont encore qu'un état de passage, la durée de chauffe et les conditions de refroidissement pouvant encore modifier les propriétés indiquées. En effet, dans certaines circonstances encore mal définies, mais qui ont l'apparence d'être semblables à celles indiquées, l'on obtient des cristaux dont les propriétés optiques sont plutôt celles d'une tridymite (voir compte rendu séance d'avril).

Séance du 7 novembre

Prevost et Isaac Reverdin. Recherches sur les brûlures produites par les courants électriques industriels.

MM. Prevost et Isaac Reverdin. *Recherches sur les brûlures produites par les courants électriques industriels.*

On sait que dans les accidents causés par l'électricité industrielle il se produit fréquemment des brûlures au niveau des parties qui ont été en contact avec les conducteurs électriques. Ces brûlures ont un aspect, des caractères cliniques et une évolution qui leur sont propres. Les différents auteurs ne sont pas d'accord relativement à l'influence que ces brûlures peuvent avoir sur la gravité des accidents de l'industrie électrique : On peut se demander si la brûlure augmente ou si elle diminue au contraire la résistance ; savoir si elle favorise ou si elle atténue les efforts nocifs du courant.

Plusieurs auteurs ont constaté qu'aux brûlures graves correspondent souvent des effets généraux de peu d'importance. Cette opinion a été en particulier soutenue par Battelli qui a fait précédemment une étude expérimentale de cette question. Jellinek au contraire considère que la brûlure diminue la résistance du corps. Nous avons entrepris une nouvelle étude de cette question. Nous avons expérimenté sur des cobayes et des chiens morts et sur un bras d'un ouvrier mort accidentellement. Nous avons employé des courants alternatifs de 500 et de 1000 volts. Nous placions dans le circuit les appareils nécessaires pour mesurer les variations de l'intensité.

Nos résultats ont varié suivant les conditions expérimentales :

1° Si on établit un *mauvais contact*, c'est-à-dire une grande résistance au niveau du point de contact, il se produit immédiatement des étincelles, et l'on observe rapidement sur la peau la formation d'une couche rugueuse, carbonisée, sèche, sorte d'escarre dure et d'aspect anfractueux qui présente une très grande résis-

tance et qui provoque bientôt l'arrêt du courant. Nous avons ainsi une brûlure assez considérable et des effets généraux minimes.

2° Si l'on établit au contraire un *bon contact* l'intensité du courant est d'abord élevée, la brûlure ne se forme que peu à peu et a un aspect tout différent que dans le premier cas : La brûlure est lisse, linéaire et affecte la forme exacte du conducteur électrique. Graduellement, vu l'élévation de la température due à la résistance au point de contact, le tissu brûle suffisamment pour produire une perte de substance ; le contact devient mauvais les étincelles se dégagent alors, et l'intensité du courant diminue. Dans ce cas on a ainsi au début une brûlure moins considérable et des effets généraux sur l'organisme plus importants.

Nous pouvons donc distinguer deux formes bien différentes de brûlures : 1° Les *brûlures par étincelles* (mauvais contact). 2° Les *brûlures par échauffement direct* (bon contact).

Dans nos expériences nous réalisions ces deux conditions en posant légèrement le fil électrique sur la peau (faible contact) ou en graduant son application plus intime en le chargeant de poids plus ou moins lourds.

La longueur du fil en contact, comme la durée du contact ont naturellement une grande influence sur les résultats obtenus. Il est aussi intéressant de constater que si la brûlure dépasse le derme, le courant cesse quand l'électrode repose sur du tissu cellulograisseux d'une certaine épaisseur.

On peut facilement montrer l'effet de ces brûlures sur l'animal vivant anesthésié : En plaçant une électrode dans la bouche et l'autre sur la région préalablement brûlée par étincelles (de façon à ce que le courant passe par la ligne du cœur), l'animal peut supporter un courant de 110, 240, 500 volts sans subir le moindre shock : le courant ne passant pas. Dans les brûlures par échauffement direct le courant passe avec intensité au début et l'animal meurt par paralysie du cœur avant que les étincelles ne se dégagent.

Dans l'industrie un ouvrier qui frôle un conducteur peut être atteint d'une brûlure grave, comme étendue, sans éprouver des troubles généraux bien graves. Avec un bon contact il pourra mourir avant que la brûlure par étincelles (protectrice) ait eu le temps de se former. La brûlure par étincelles une fois formée constitue donc une protection efficace contre le passage du courant tandis que la brûlure par échauffement amène une diminution beaucoup moins considérable dans l'intensité du courant. Mais il va sans dire que dans la pratique on peut observer tous les cas intermédiaires entre ces deux types principaux de brûlures par les courants électriques.

Séance du 21 novembre

Yung. La cécité des Gastéropodes pulmonés. — Duparc, R. Sabot et M. Wunder. Sur quelques minéraux radioactifs de Madagascar. — Duparc et Sigg. Géologie de la Sysserskaya-Datcha.

M. le prof. Emile Yung. — *La cécité des Gastéropodes pulmonés.*

M. Yung présente un résumé des recherches qu'il a faites sur la structure intime de l'œil des Gastéropodes terrestres, dans le but de découvrir la raison de la cécité de ces animaux. Le fait que ces derniers ne voient pas les objets peut s'expliquer par la forme ellipsoïdale de leur cristallin qui, en l'absence de tout appareil d'accomodation dans leurs yeux, les empêche d'amener les images sur leur rétine. Mais M. Yung a démontré par de nombreuses expériences l'insensibilité de l'organe à la lumière, si intense que soit celle-ci ; il y a donc défaut dans les cellules visuelles même. On considère comme telles, les cellules non pigmentées qui, de concert avec des cellules chargées de pigment noir, constituent la rétine des Gastéropodes en question et l'on admet généralement que, par leur base effilée, ces cellules sont en relation de continuité avec les fibrilles du nerf optique. L'étude détaillée de la constitution des cellules rétiniennes dépourvues de pigment parle effectivement en faveur de l'opinion qui veut qu'elle soient sensorielles, mais il est extrêmement difficile de mettre en évidence leur continuité avec les éléments du nerf qui aboutit à l'œil. Les coupes pratiquées par M. Yung sur des yeux d'*Helix*, d'*Arion* et de *Limax* ne montrent pas cette continuité. On y voit, au contraire, que le nerf optique ne franchit pas la membrane basale de nature conjonctive qui entoure l'œil. La continuité nécessaire pour expliquer la transmission des excitations lumineuses de ces cellules jusqu'aux centres ganglionnaires, garde toute sa valeur théorique, mais ici elle n'est pas entrée dans l'ordre des faits. Ces derniers, tels qu'ils résultent des observations de M. Yung, portent à croire qu'en réalité il existe à la base de l'œil une solution de continuité entre les éléments rétiniens et le nerf voisin. Nous aurions par conséquent là l'explication de cette singularité que, malgré leurs yeux, les gastéropodes terrestres sont aveugles.

MM. L. Duparc, R. Sabot et M. Wunder. — *Sur quelques minéraux radioactifs de Madagascar*

Continuant leurs recherches sur les minéraux des Pegmatites de Madagascar, MM. Duparc, Sabot et Wunder ont examiné une série de types fort intéressants, provenant du gisement d'Ambatofotsikely, appartenant à M. Girod, à l'obligeance duquel ils doi-

vent le matériel étudié. Ce gisement se trouve à deux journées de marche au N. O. d'Antsirabé, il est encaissé dans le Granit. En surface, il a été révélé par un affleurement de Quartz. Les travaux exécutés à ce jour montrent qu'il s'agit d'une puissante veine de Pegmatite, dans laquelle, outre les minéraux constitutifs habituels, on a trouvé une série de minéraux fort intéressants qui appartiennent au groupe des Niobates, Tantalates et Phosphates de terres rares. Nous résumerons sommairement les résultats de notre étude qui paraîtra in extenso sous peu.

Muscovite. — Elle se présente en lamelles qui peuvent atteindre jusqu'à 1 mètre de diamètre et qui sont criblées d'inclusions noires ou rougeâtres de Magnétite et d'Oligiste. $2E = 67°16'$ $2V = 40°18'$ dispersion inclinée $\rho > v$ $D = 2,8908$.

Monazite. — Elle se présente en magnifiques cristaux, d'un brun chocolat, opaques, qui mesurent jusqu'à 4 centimètres et pèsent jusqu'à 100 grammes. Sur les éclats minces et les arêtes, ils sont translucides ou même transparents, de couleur jaune d'or. Ils sont applatis suivant (100) et plus ou moins allongés, tantôt suivant l'axe vertical, tantôt suivant $p\,(001)\,h^1\,(100)$. Les formes sont $h^1 = (100)$ très développée, $m = (110)$ étroite, $d\frac{1}{2} = (111)$ étroite également et $b\frac{1}{2} = (\bar{1}11)$. Il existe aussi le dôme $a^1 = (\bar{1}01)$ souvent assez développé, ainsi que $e^1 = (011)$ réduit à une facette très fine sur l'arête $b\frac{1}{2}\,d\frac{1}{2}$. Il se trouve parfois aussi $g^1 = (010)$ très fine également, et enfin, sur quelques rares spécimens, le dôme $(106) = 0^6$. Les cristaux sont fréquemment mâclés suivant $h^1 = (100)$, ou encore $m = (110)$ et aussi vraisemblablement suivant $(106) = 0^6$. Ils sont du type des groupements parallèles. Densité 5,2735. Les principaux angles, mesurés, soit au goniomètre d'application, soit au goniomètre à réflexion, lorsque la qualité des faces le permettait, sont :

Angles	*Observé*	*Calculé*
(100) (110)	43°17′	43°19′
(111) ($\bar{1}$11)	70°46′	70°16′
(100) (111)	47°45′	48°3′
(100) (11$\bar{1}$)	61°28′	61°41′
(110) (111)	34°20′	33°41′
(110) (11$\bar{1}$)	41°50′	41°2′
($\bar{1}$11) ($\bar{1}$11)	73°	73°16′
($\bar{1}$00) ($\bar{1}$01)	52°30′	53°47′
($\bar{1}$01) (111)	87°30′	87°21′
($\bar{1}$01) ($\bar{1}$11)	36°30′	36°30′
(100) (106)	67°35′	67°48′
(106) (111)	39°3′	38°50′
(106) ($\bar{1}$11)	65°10′	65°9′

Columbite. — Elle se présente en gros groupements d'apparence centro-radiée et pesant plusieurs kilogs, ou en cristaux isolés. Nous avons observé quatre types distincts : le premier, d'aspect cubique, présente les faces $(001) = p$, $(100) = h^1$ et $(010) = g^1$ très développées, puis $(201) = a\frac{1}{2}$, $(110) = m$ et $(130) = g^2$ très petites. Le deuxième présente le dôme $(201) = a\frac{1}{2}$ dominant, les pinacoïdes $(100) = h^1$ et $(010) = g^1$ réduits, ainsi que $(110) = m$ puis en plus la pyramide $(111) = b\frac{1}{2}$. Le troisième type, à habitus disymétrique, présente la pyramide $(111) = b\frac{1}{2}$, mais tandis que la symétrique $(\bar{1}11)$ est bien développée également, les faces $(1\bar{1}1)$ et $(\bar{1}\bar{1}1)$ sont très réduites. D'autre part se rencontrent, peu développées, les faces $(100) = h^1$, $(010) = g^1$, $(110) = m$ et $(201) = a\frac{1}{2}$, puis une nouvelle face étroite $(344) = b^1 b\frac{1}{7} g\frac{1}{4}$. Un quatrième type se rattache au second, mais possède de plus $(001) = p$ large.

Ces Columbites présentent plusieurs groupements parallèles intéressants. Dans un premier genre, le groupement se fait sur $(010) = g^1$ entre des individus du premier et du troisième type. Les parties mâclées présentent la pyramide $(111) = b\frac{1}{2}$ ou le dôme $(201) = a\frac{1}{2}$, avec arrondissement fréquent des arêtes, ce qui donne aux cristaux un aspect en carène. Sur certains échantillons, on distingue le passage graduel du type II à III, avec réduction progressive du dôme $(201) = a\frac{1}{2}$ et développement de la pyramide $(111) = b\frac{1}{2}$. On observe aussi un décalage graduel du prisme $(110) = m$, donnant aux cristaux un aspect aminci vers le bas, et ayant pour cause la structure centro-radiée.

Dans un deuxième type de groupement, le plan de jonction est $(100) = h^1$, dans celui-ci on rencontre en plus une face $(211) = b^1 b\frac{1}{3} g^1 = e_3$.

Angles	*Observé*	*Calculé*
(100) (110)	21°33′	21°31′
(110) (130)	28°23′	28°24′
(100) (201)	28°40′	29°12′
(110) (201)	35°	35°53′
(130) (201)	——	56°5′
(201) (111)	25°	24°
(111) $(\bar{1}11)$	79°30′	80°9′
(111) $(1\bar{1}1)$	30°	29°55′
(111) $(\bar{1}\bar{1}1)$	89°	87°53′
(344) $(\bar{3}44)$	66°	66°52′
(211) $(2\bar{1}1)$	19°26′	19°51′

Densité = 5,2726. L'analyse a montré, outre la présence du Niobium et du Tantale, celle du Manganèse et d'un peu d'Urane.

Le minéral est entièrement soluble dans HF*l*; fondu avec KOH, il donne une masse verte. La solution sulfurique réduite par S*n* + HC*l* donne une coloration bleue intense (N*b*).

Minéral radioactif inconnu (Ampangabéite ?). — Dans les envois de M. Girod, nous avons observé un minéral d'aspect résineux, rougeâtre, qui paraît fréquemment associé à la Columbite. Ce minéral, que nous n'avons pas vu à l'état de cristaux, donne à l'analyse qualitative beaucoup d'Urane, à peu près 35 % de Niobium et Tantale, des Terres rares (T*h*, C*e*, D*i*, L*a*, E*r*, etc.), du fer, de l'alumine, de la chaux en petite quantité et 11,3 % de perte au feu, dont 2,2 à 110°. D'après ces caractères il paraît se rapporter à l'Ampangabéite [1]. Densité = 3,7559.

Minéral noir brillant. — Nous avons trouvé également un minéral noir, brillant, à cassure conchoïdale, de forte densité. L'analyse qualitative a déjà montré la présence d'une grande quantité de Manganèse.

Radioactivité. — Ces divers produits sont radioactifs et ont été étudiés à l'électromètre et par le procédé photographique en opérant avec 2 grammes de substance, placés à 4 mm. d'une plaque photographique, avec exposition de 50 heures. Les poudres, de même grain (passés au travers de la toile à 200 mailles par cm^2) étaient placées dans des godets en verre, de même diamètre, entourés latéralement et à la partie inférieure de Plomb, afin d'isoler des faisceaux cylindriques identiques. Les diverses substances ont été, sur la même plaque, comparées à la Pechblende de Joachimsthal et ont donné les résultats suivants :

1) Ampangabéite ; impression d'intensité égale à $^1/_2$ à $^3/_4$ de celle de Pechblende.

2) Monazite ; beaucoup plus faible, mais encore très nette.

3) Columbite ; impression variable suivant les échantillons, plus faible que pour la Monazite.

4) Minéral noir brillant ; impression de l'ordre de celle des Columbites les moins actives.

M. le prof. Duparc fait une communication sur la *géologie de la Sysserskaya-Datcha,* qu'il étudie en ce moment avec M. Henry Sigg, et particulièrement sur la mine de Gumeshewsky. Cette dernière a le caractère d'un gisement de contact. La carte géologique détaillée qui en a été dressée montre que vers l'ouest sont développés largement des calcaires cristallins, qui entrent en contact avec une roche granitique qui vers le nord passe au type porphyrique. Au contact immédiat il existe une puissante et profonde zone argileuse dans laquelle on trouvait des nodules et concrétions

[1] A. Lacroix, *Bulletin Soc. fr. de Minéralogie*, T. 35, 1912, p. 194.

de malachite, azurite et cuprite ; tandis que le calcaire qui forme le mur de cette poche est recouvert d'une couche plus ou moins épaisse de carbonate de cuivre. A l'est du granit, on retrouve les mêmes calcaires. Or, au contact des calcaires de l'ouest et du granit, on observe, à fois réitérées, des cornéennes granitifères qui sont imprégnées de pyrite et montrent le caractère du contact. Le gisement exploité, soit la zone argileuse, n'est que le chapeau d'un ancien gisement pyriteux de contact qui doit comme tel se retrouver en profondeur, et l'argile qui occupe la zone est un produit de kaolinisation du granit.

Séance du 5 décembre

E.-L. Durand et E. Briner. Formation des acides nitreux et nitrique à partir des oxydes d'azote et de l'eau. — Yung. De l'explosion des Infusoires. — E. Briner. Sur la limite de formation des composés dits endothermiques aux températures très élevees. — François Favre. Oppelia du Jurassique moyen. — Léon-W. Collet, R. Mellet et O. Lütschg. Jaugeages de turbines.

MM. E.-L. Durand et E. Briner. — *Formation des acides nitreux et nitrique à partir des oxydes d'azote et de l'eau.*

M. le professeur Emile Yung. *De l'explosion des Infusoires.*

M. Yung a eu l'occasion, au cours de ses recherches relatives aux effets anatomiques de l'inanition sur les Infusoires, d'observer un singulier phénomène consistant dans la dissociation subite de certains individus de *Paramecium caudatum, P. aurelia, Frontonia leucas,* ayant subi un jeûne prolongé à l'intérieur de tubes capillaires de 100 à 300 microns de diamètre. Les choses se passent comme si l'animal faisait explosion, c'est-à-dire que son protoplasma éclate tout à coup sans avoir préalablement augmenté de volume et sans que rien ne permette de prévoir le moment où se produira l'accident. Celui-ci étant accompli, il ne reste de l'infusoire que quelques lambeaux de sa membrane et les particules (microsomes, inclusions diverses) qui se trouvaient en suspension dans son endoplasma ; les noyaux ont disparu comme ce dernier, on n'en retrouve plus de traces.

Il ne s'agit point là d'un de ces faits de diffluence, de cette *effusio molecularum* signalée jadis par O. F. Müller et dont tous les observateurs des Infusoires ont été les témoins à la suite de l'intervention de certains agents chimiques tels que l'ammoniaque. Si rapide que soit la diffluence, elle n'est pas instantanée, et lorsque la rupture de la membrane qui en est la première phase a

eu lieu, l'ectoplasma, d'abord, s'écoule sous forme de globules réfringents, puis l'endoplasme répand son contenu de particules solides sans le projeter à distance. D'autre part, la diffluence est précédée d'un changement de forme de l'infusoire dénotant une contraction de son protoplasma et, quant au noyau, il ne disparait pas immédiatement, même parfois il persiste après la démolition du reste du corps.

L'explosion est soudaine et elle est accompagnée de projection de particules dans l'eau ambiante.

Sans pouvoir donner une explication du phénomène qu'il n'a pas réussi à reproduire à volonté, en plaçant les Infusoires dans des liquides de pressions osmotiques diverses et tout en admettant que l'osmose joue un rôle dans sa production, M. Yung le rapproche de l'explosion des trichocystes demeurant elle aussi inexpliquée. Ce rapprochement se justifie par le fait que jusqu'ici M. Yung n'a vu l'explosion que chez des Holotriches pourvus de trichocystes. Il est possible qu'au cours de l'inanition, le protoplasma élabore abondamment le trichoplasma explosible qui remplit ces petits organes et que n'ayant plus l'occasion de faire usage de ces derniers puisqu'il est isolé dans un tube ne renfermant que de l'eau pure, l'infusoire accumule du trichoplasma dans la totalité de son protoplasma.

Vienne alors qu'une solution de continuité, même très petite, de la membrane se produise et livre passage à l'eau extérieure, l'explosion de tout l'infusoire aura lieu comme a lieu l'explosion des trichocystes, expulsés par l'animal et mis ainsi en contact avec l'eau. Comme nous ne connaissons pas de réactif pour distinguer le trichoplasma des divers plasmas constituant le corps des Infusoires, il n'est pas possible d'apprécier son abondance relative, a l'intérieur de ces derniers.

M. Yung se borne, par conséquent, à mentionner l'existence du phénomène de l'explosion chez les Infusoires inanitiés en notant, en outre, que certains chocs imprimés au tube qui les contient ou à la lame de verre sur laquelle ils reposent favorisent sa production.

E. Briner. *Sur la limite de fondation des composés dits endothermiques aux températures très élevées.*

Le principe du déplacement de l'équilibre chimique de Le Chatelier-van't Hoff implique la production, avec l'élévation de température, de réactions absorbant de la chaleur et aboutissant dans certains systèmes à la formation de composés dits endothermiques, tel, par exemple, l'oxyde d'azote qui prend naissance aux températures très élevées.

Cette formation est-elle favorisée sans limite par l'élévation de

la température? Si oui, on devrait s'attendre, dans les régions de plus en plus chaudes, à l'existence, à des concentrations de plus en plus élevées, d'une foule de composés comme les oxydes d'azote, l'ozone, le chlorure d'azote, le cyanogène[1], etc. Cette conséquence admise sans restriction est de nature à heurter notre sens chimique, habitué à concevoir la destruction des édifices moléculaires par l'effet de températures suffisamment hautes; elle est, d'autre part, en contradiction avec les résultats de l'analyse spectrale, qui prouvent la nature élémentaire et non complexe des corps existant sur les astres les plus chauds.

Pour montrer que cette contradiction n'est qu'apparente, il suffit de faire intervenir la dissociation des molécules des éléments en atomes, dont on n'a pas tenu compte jusqu'à présent dans les applications numériques du principe de Le Chatelier-van't Hoff aux températures élevées. Or, ces dernières années, quelques travaux ont mis cette dissociation en évidence pour plusieurs éléments et permis l'évaluation de la chaleur de formation des molécules à partir des atomes.

Des chaleurs considérables dégagées par la réunion des atomes pour former les molécules, il faut conclure qu'à partir des atomes tous les composés sont exothermiques et que, dès lors, aux températures suffisamment élevées, où les molécules des éléments sont suffisamment dissociés, la concentration de tous les composés sans exception devra diminuer avec la température croissante. La concentration des composés dits endothermiques (ils ne sont endothermiques que parce que leur chaleur de formation est évaluée à partir des molécules) doit donc passer par un maximum. Cette conséquence apparaît encore mieux, si l'on discute les relations obtenues en faisant intervenir la concentration des atomes dans l'expression analytique de la loi d'action des masses et dans l'équation de van't Hoff. Ces considérations permettent d'interpréter les phénomènes qui se produisent dans les systèmes gazeux aux températures élevées.

M. François Favre rend compte d'un travail qu'il a fait sur les *Oppelia du Jurassique moyen*.[2]

Les espèces étudiées sont au nombre de cinq : *Oppelia praera-*

[1] A remarquer que les chaleurs de formation du cyanogène et des autres composés du carbone sont toujours évaluées à partir du carbone solide; rapportées au carbone gazeux ces chaleurs seraient naturellement beaucoup plus grandes, au point même que les composés carbonés endothermiques pourraient être déjà exothermiques à partir du carbone moléculaire gazeux.

[2] *Mém. Soc. Paléontol. suisse.* T. XXXVIII, Genève, 1912.

diata Douv, *Opp. subradiata* Sow. *Opp. fusca* Quenst. *Opp. aspidoïdes* Opp. et *Opp. subdisca* d'Orb. qui forment un genre bien délimité. L'introduction de nouveaux sous-genres comme *Ochetoceras* et *Oxycerites* semble superflue.

Au point de vue stratigraphique on ne peut plus considérer *Opp. subradiata* comme caractéristique d'une zone du Bajocien, car cette forme existe aussi sans avoir subi de transformation, dans le Bathonien.[1]

Le mémoire de Waagen : *Die Formenreihe des Ammonites subradiatus* est à la base de toute étude concernant le genre *Oppelia* ; il semble cependant qu'il faut y apporter quelques modifications tant dans les détails de détermination que dans la série philogénique ; Waagen en effet établit le rameau philétique suivant :

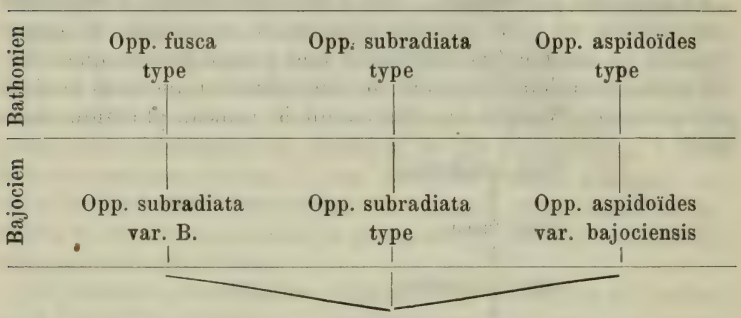
Opp. aspidoïdes
↑
Opp. fusca
↑
Opp. subradiata
↑
Opp. subradiata (praeradiata Douv.)

Ce rameau paraît au premier abord très normal. Waagen se base sur l'amincissement du bord externe qui, en effet, de rond qu'il est chez *Opp. praeradiata* devient tout à fait tranchant chez *Opp. aspidoïdes,* en passant par des stades intermédiaires représentés par *Opp. subradiata* et *Opp. fusca.* L'auteur admet donc qu'*Opp. fusca* est une forme de passage entre *Opp. subradiata* et *Opp. aspidoïdes.* D'après cette filiation, il ne devrait pas exister d'autres formes intermédiaires qu'*Opp. fusca* entre ces deux espèces. Ce n'est pourtant pas le cas. M. Favre a trouvé une nouvelle variété à laquelle il a donné le nom d'*Opp. aspidoïdes* var. *bajociensis*, nov. var., forme bajocienne, qui a une section d'*Opp. subradiata*, une cloison d'*Opp. aspidoïdes* et une ornementation tenant également des deux espèces; elle doit donc avoir avec *Opp. subradiata* un ancêtre commun, inconnu pour le moment, duquel partent deux rameaux : le premier à évolution lente donne dans le Bajocien *Opp. subradiata* qui continue sans se modifier jusque dans le Bathonien ; le second à évolution rapide donne *Opp. aspidoïdes* var. *bajociensis* dans le Bajocien pour arriver à *Opp. aspidoïdes* type dans le Bathonien.

Quels sont les rapports d'*Opp. fusca* avec les deux rameaux ainsi établis ? On ne peut plus la considérer comme forme intermédiaire entre ces deux espèces, car elle devrait avoir les mêmes

[1] *C. R.* som. S. G. F., p. 70-71. Paris, 1909.

caractères que la var. *bajociensis*, en outre *Opp. fusca* possède une cloison régressive et il est difficile de la placer comme forme de passage entre deux espèces à cloisons plus évoluées. Une variété d'*Opp. subradiata* la var. B possède une cloison régressive très voisine de celle de l'*Opp. fusca*; elle se rapproche aussi de cette dernière par un amincissement de son bord externe. La relation entre ces deux formes donnerait un troisième rameau provenant de la même souche, ce qui permet d'établir le tableau suivant:



Il ne faut cependant pas oublier que ces trois rameaux sont très voisins les uns des autres et l'on ne doit pas s'étonner de voir des formes intermédiaires entre *Opp. fusca* et *Opp. aspidoïdes:* qui n'ont en revanche aucun caractère d'*Opp. subradiata.*

M. Favre établit en résumé que le rameau philétique unique établi par Waagen doit être remplacé par trois rameaux parallèles:

Un premier à tendance régressive *Opp. subradiata var B.* ⟶ *Opp. fusca.*

Un second à évolution lente, *Opp. subradiata* (type) ⟶ *Opp. subradiata* (type).

Un troisième à évolution rapide, *Opp. aspidoïdes* var. *bajociensis* ⟶ *Opp. aspidoïdes* (type).

MM. Léon-W. Collet, R. Mellet et O. Lütschg communiquent les résultats de *jaugeages de turbines* au moyen d'une solution titrée de *chlorure de sodium,* d'un rideau et d'un moulinet électrique.

La méthode de jaugeage par titration fut appliquée pour la première fois au jaugeage d'une turbine de l'usine du Day à Vallorbe par MM. Boucher et Mellet [1], mais elle n'a pas encore fait l'objet d'une étude comparative.

[1] Jaugeages par titrations par A. Boucher et application de la titration des chlorures au jaugeage de débits par le Dr Mellet. *Bulletin technique de la Suisse romande*, n° 11, 10 juin 1910, Lausanne.

MM. Collet, Mellet et Lütschg ont donc appliqué cette méthode au jaugeage du débit des deux turbines de l'usine de l'Ackersand à Stalden près Viège. Cette usine possédant un *rideau* dans son canal de fuite, les résultats du jaugeage par solution salée pouvaient être comparés à ceux obtenus au moyen du rideau et du moulinet électrique.

La formule du débit est la suivante :

$$D = d \frac{N_1}{N_2 - n} - d \text{ litres/secondes}$$

où D = débit total ; d = débit de la solution salée en litres par seconde ; N_1 = nombre de cm^3 de la solution centi-normale qu'il faut pour titrer 1 litre de solution salée ; N_2 = nombre de cm^3 qu'il faut pour titrer 1 litre de solution finale ; n = nombre de cm^3 qu'il faut pour titrer 1 litre d'eau de la turbine avant l'opération.

La titration s'opère au moyen d'une solution de nitrate d'argent en utilisant comme indicateur une solution de chromate neutre de potasse.

Résultats

I° *Solution salée versée directement dans les deux turbines.*

	Rideau	Moulinet	Solution salée
D = litres/sec.	1303	1317,5	1356,5

II° *Solution salée versée directement dans le canal de fuite.*

D = litres/sec.	1299	1291	1305

Une étude détaillée paraîtra prochainement dans les « Communications du Service de l'Hydrographie nationale », n° 1.

Séance du 19 décembre

E. Chaix. Quelques observations sur deux petits geysers du Yellowstone Park. — Briquet. Sur la corpologie des Capparidacées à fruit vésiculeux.

Emile Chaix. *Quelques observations sur deux petits geysers du Yellowstone Park.*

Pendant l'*Excursion transcontinentale* de la Société de géographie de New-York, je pus, grâce à une indication de M. Emm. de Margerie, observer pendant quelques heures, le 5 septembre 1912, un groupe de petits geysers du « Bassin supérieur » dans le Parc National du Yellowstone.

Ces geysers sont situés au S.-S.-E. de *la Géante* et à l'E.-N.-E. de *la Ruche* (Beehive), et le groupe se compose d'un geyser vers le N.-W., d'un second vers le S.-E., à 3 ou 4 m. du premier, d'une petite source bouillonnante dans une fissure au S.-W. et d'une autre au N.-E.

Le geyser du N.-W. avait des éruptions fréquentes (toutes les 14 minutes en moyenne) et très courtes (30 secondes); celui du S.-E. avait des éruptions toutes les 27 à 28 minutes seulement, mais assez longues (13 minutes en moyenne). La fissure du S.-W. bouillonnait sans interruption, avec des moments de légère recrudescence, que je ne remarquai qu'au bout d'un certain temps; la fissure du N.-E. fonctionnait très régulièrement et tranquillement.

Le caractère des deux geysers et leurs périodes d'activité étaient tellement dissemblables que je restai persuadé de leur indépendance mutuelle jusqu'au moment où j'eus terminé le graphique de mes observations (Fig. 1) : j'y vis que le geyser N.-W. avait toujours deux éruptions tandis que le S.-E. n'en avait qu'une, et que la seconde du N.-W. arrivait toujours vers la fin de l'éruption du S.-E.[1].

Je ne me rends pas encore compte du mécanisme de ces éruptions conjuguées. Au reste il faudrait une seconde série d'observations semblables pour s'assurer qu'il ne s'agit pas d'une coïncidence fortuite.

Comme la *Ruche,* le *Vieux Fidèle* (entre ses grandes éruptions) et beaucoup d'autres geysers ont aussi des recrudescences et accalmies plus ou moins continuelles, il serait très intéressant de les faire observer *simultanément*, ne fût-ce que pendant quelques heures, par une escouade de personnes qui auraient mis leurs montres bien d'accord, et de dresser un graphique de ces observations; cela permettrait peut-être de constater des relations encore ignorées entre les geysers d'un même « bassin ». Puisque les soldats en garnison dans le Parc font déjà fort bien les observations météorologiques, je suis persuadé qu'ils feraient bien les quelques séries d'observations nécessaires.

Les deux petits geysers présentaient un certain intérêt théorique par le caractère des bulles gazeuses qu'ils émettaient :

Au commencement et à la fin de leur action on voyait arriver *jusqu'à la surface* de leur eau de *petites* bulles de gaz, qui augmentaient légèrement de volume en montant. Ensuite s'élevaient avec violence de *grosses* bulles, qui étaient brusquement résorbées par l'eau *sans parvenir jusqu'à la surface ;* ce n'était que vers la fin de l'éruption que ces grosses bulles arrivaient à la sur-

[1] Le matin du 6 septembre la relation était la même.

Observations faites le 5 septembre 1912
sur la périodicité éruptive de deux geysers et d'une source bouillonnante dans le «Bassin supérieur»
du Parc National du Yellowstone (Etats-Unis).

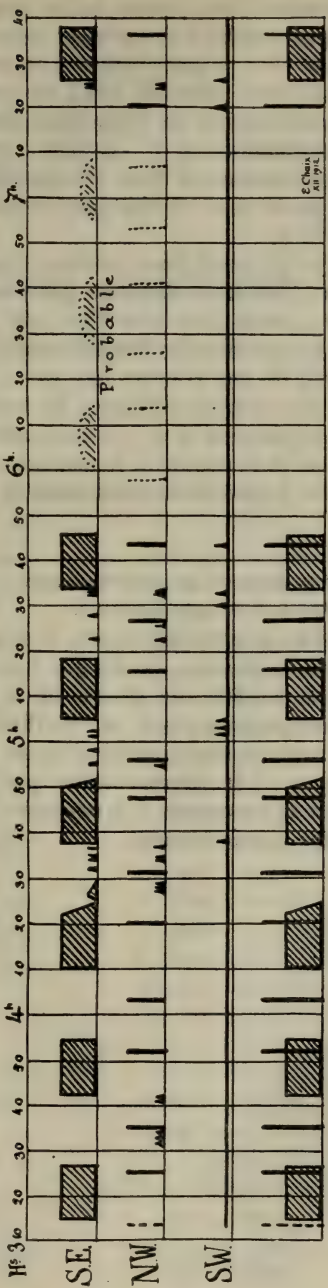


Fig. 1.

face et y éclataient. Les petites bulles étaient probablement de quelque gaz peu soluble ; les grosses étaient certainement de la vapeur d'eau, et elles ne parvenaient à la surface que quand elles avaient suffisamment échauffé l'eau du cratère. Cela offre une intéressante confirmation de l'hypothèse Busen-Tyndall-Coles sur l'éruption geyserienne.

J'étais malheureusement dans l'impossibilité de recueillir des gaz et j'avais perdu mon thermomètre ; mais l'eau avait certainement plus de 80° C.

Le cratère N.-W. avait deux orifices et la plus grande partie de l'eau émise par l'un était absorbée par l'autre, comme si l'émission de vapeur, étant plus vive d'un côté, créait un mouvement de convection (rapprocher ce fait de ce que M. Alb. Brun dit du Kilauea, p. 233 de ses *Recherches sur l'Exhalaison volcanique*). Un de nos jeunes collègues fit avaler son mouchoir de poche par le geyser vers 4 h. ; il ne ressortit probablement que dans la nuit, car je le retrouvai le matin sur le bord du cratère.

Le bassin du geyser S.-E. était semé de boules très rondes de concrétions.

M. Briquet présente une communication sur la *carpologie des Capparidacées à fruit vésiculeux.*

Il s'agit de deux genres monotypes, dont l'un [*Isomeris arborea* Nutt.] habite la Californie, tandis que l'autre [*Buhsea trinervia* (DC.) Briq.] est confiné aux déserts de la Mésopotamie et de la Perse. Ces deux espèces n'ont pas d'affinités étroites l'une avec l'autre, mais une commune adaptation du fruit, membraneux et renflé en ballon, à la dissémination par le vent, entraîne de curieux faits de convergence. Un mémoire détaillé de l'auteur sur ce sujet paraîtra ultérieurement.

LISTE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE

au 1er janvier 1913

---

1. MEMBRES ORDINAIRES

Casimir de Candolle, botan.
Lucien de la Rive, phys.
Arthur Achard, ing.
Jean-Louis Prevost, méd.
Edouard Sarasin, phys.
Ernest Favre, géol.
Emile Ador, chim.
William Barbey, botan.
Adolphe D'Espine, méd.
Eugène Demole, chim.
Théodore Turrettini, ingén.
Pierre Dunant, méd.
Auguste-H. Wartmann, méd.
Gustave Cellérier, mathém.
Raoul Gautier, astr.
Maurice Bedot, zool.
Amé Pictet, chim.
Robert Chodat, botan.
Alexandre Le Royer, phys.
Louis Duparc, géol.-minér.
F.-Louis Perrot, phys.
Eugène Penard, zool.
Chs Eugène Guye, phys.
Paul van Berchem, phys.
Théodore Flournoy, psychol.
Albert Brun, minér.
Emile Chaix, géogr.
Charles Sarasin, paléont.
Philippe-A. Guye, chim.
Charles Cailler, mathém.
Maurice Gautier, chim.
John Briquet, botan.
Paul Galopin, phys.
Frédéric Reverdin, chim.
Théodore Lullin, phys.
Arnold Pictet, zoolog.
Justin Pidoux, astr.
Auguste Bonna, chim.
E. Frey Gessner, entomol.
Augustin de Candolle, botan.
F.-Jules Micheli, phys.
Alexis Bach, chim.
Thomas Tommasina, phys.
B.-P.-G. Hochreutiner, botan.
Frédéric Battelli, méd.
René de Saussure, mathém.
Émile Yung, zoolog.
Ed. Claparède, psychol.
Eug. Pittard, anthropol.
L. Bard, méd.
Ed. Long, méd.
J. Carl, entomol.

A. Jaquerod, phys.
H. Cristiani, méd.
P. de Wilde, chim.
Ch. Du Bois, méd.
Mlle L. Stern, physiol.
Aug. Eternod, méd.
Léon-W. Collet, géol.
Et. Joukowsky, géol.
Henri d'Auriol, chim.
Edmond Weber, zoolog.
Roger de Lessert, zoolog.
Humbert Cantoni, chim.
Emile Briner, chim.
Arthur Schidlof, phys.
George Baume, chim.
André Chaix, géol.

2. MEMBRES ÉMÉRITES

Raoul Pictet, phys., Berlin.
J.-M. Crafts, chim., Boston.
D. Sulzer, ophtal., Paris.
F. Dussaud, phys., Paris.
E. Burnat, botan., Vevey.
Schepiloff, Mlle méd., Moscou.
Etienne Ritter, géol., Col. Springs.
Edouard Bugnion, entomol., Laus.
André Delebecque, ingén.

3. MEMBRES HONORAIRES

Ch. Brunner de Wattenwyl, Vienne.
Ern. Chantre, Lyon.
P. Blaserna, Rome.
S.-N. Lockyer, Londres.
L. Cailletet, Paris.
Alb. Heim, Zurich.
Théoph. Studer, Berne.
Eilh. Wiedemann, Erlangen.
L. Radlkofer, Munich.
H. Ebert, Munich.
A. de Baeyer, Munich.
Emile Fischer, Berlin.
Emile Noelting, Mulhouse.
A. Lieben, Vienne.
M. Hanriot, Paris.
Léon Maquenne, Paris.
A. Hantzsch, Wurzbourg.
Ch.-Ed. Guillaume, Sèvres.
K. Birkeland, Christiania.
Sir W. Ramsay, Londres.
Aug. Righi, Bologne.
H.-A. Lorentz, Leyde.
H. Nagaoka, Tokio.
J. Coaz, Berne.
R. Blondlot, Nancy.
C. Græbe, Francfort.
Wilhelm Ostwald, Grossbothen.
Otto Lehmann, Carlsruhe.
Fritz Sarasin, Bâle.
Pierre Weiss, Zurich.
Henri Blanc, Lausanne.
Arnold Lang, Zurich.
Alfred Werner, Zurich.
Albin Haller, Paris.
G. Cappellini, Bologne.

4. ASSOCIÉS LIBRES

James Odier.
Ch. Mallet.
Ag. Boissier.
Luc. de Candolle.
Ed. des Gouttes.
Wil. Favre.
Aug. Prevost.
Alexis Lombard.
Louis Pictet.
Ed. Martin.
Edm. Paccard.
D. Paccard.
Edm. Eynard.
Edm. Flournoy.
Georges Frütiger.
Ed. Beraneck.
Emile Veillon.
Guill. Pictet.
G. Darier.
H. Fatio.
E. Turrettini.
J. Albaret.
H.-E. Gans.
E. Cardoso.
Aug. Rilliet.
Henri Lombard.
Ed. Brot.
Henri Flournoy.

TABLE

Séance du 4 janvier 1912

Raoul Gautier. Un nouveau télescope construit par M. Schær. — A. Brun. Cristallisation des silicates alumino-alcalins. — J. Briquet. Les limites géobotaniques du Jura méridional. — Le même. Dissémination du buis par les fourmis 5

Séance générale annuelle du 18 janvier

E. Chaix. Rapport annuel. — Dr Ch. Bernard. Les Phanérogames saprophytes de Java..... 10

Séance du 1er février

Prevost et Maunoir. Contribution à l'étude des mouvements du pylore. — Ed. Claparède. Nouvelle méthode de mesure de la sensibilité et des processus psychiques. — R. Chodat. La crésol-tyrosinase, nouveau réactif des protéines et de leurs dérivés. — L. Duparc. Carte topographique et géologique du Koswinsky au $^1/_{25000}$. — Le même. Titration du fer en présence d'acide phosphorique. — Le même. Séparation du palladium d'avec le cuivre et le fer..... 12

Séance du 15 février

Ch.-Eug. Guye. — Pierre Prevost et la notion d'équilibre mobile dans les sciences physico-chimiques. — Ch.-Eug. Guye et Berchten. Sur le frottement intérieur du cuivre aux températures élevées. — L. Duparc et Mlle Totkievicz. Action des catalyseurs sur l'oxydation du chlorure stanneux à l'air. — Th. Tommasina. Sur le rôle de l'éther en physique d'après Walther Ritz..... 21

Séance du 7 mars

Th. Tommasina. Nouvelles recherches sur les ions..... 29

Séance du 21 mars

Th. Tommasina. La théorie électrique de la gravitation 29

Séance du 4 avril

A. Brun. Sur quelques propriétés de la silice. — Th. Tommasina. Les conclusions de Ritz sur la théorie électrique de la gravitation..... 32

Séance du 18 avril

E. Joukowsky et Jules Favre. Note préliminaire sur la tectonique de la partie orientale de la chaîne du Salève. — Th. Tommasina. Sur la nature de la pesanteur et sur la mécanique des points matériels. 36

Séance du 2 mai

A. Schidlof et Mlle Chamié. Mesure directe de l'hystérésis magnétique et de ses variations en fonction de la fréquence. — Th. Tommasina. Les notions boussinesquiennes d'existence pleine et d'existence infiniment atténuée, transportées du point matériel à l'électron. — Ch.-Eug. Guye. Remarques sur le frottement intérieur des solides aux basses températures et les phénomènes irréversibles dans le voisinage du zéro absolu. — L. de la Rive. Sur l'équivalence de la force de Laplace due au mouvement de l'électron dans un champ magnétique uniforme et la force centrifuge composée..... 41

Séance du 6 juin

L. de la Rive. Sur une démonstration géométrique de la transformation de la trajectoire circulaire en ellipse. — Th. Tommasina. La physique électronique et les trois modes d'existence de l'électron. 49

Séance du 4 juillet

F. Louis Perrot et Georges Baume. Nouvelle détermination du poids atomique du chlore. — Georges Baume et Mario Bassadona. Recherches sur la cémentation par les gaz et les mélanges gazeux. — Ettore Cardoso. L'équation des fluides de van der Waals et la loi du diamètre. — Th. Tommasina. Sur la conductibilité électrique des métaux..... 52

Séance du 3 octobre

Dr J. Carl. *Apus cancriformis* dans les environs de Genève. — M. Battelli et Mlle Stern. Différence entre les vraies oxydases et le catalyseur dans les tissus animaux, oxyde la p-phénylènediamine. — A. Brun. Sur les transformations de la silice..... 63

Séance du 7 novembre

Prevost et Isaac Reverdin. Recherches sur les brûlures produites par les courants électriques industriels..... 68

Séance du 21 novembre

Yung. La cécité des Gastéropodes pulmonés. — Duparc, R. Sabot et M. Wunder. Sur quelques minéraux radioactifs de Madagascar. — Duparc et Sigg. Géologie de la Sysserskaya-Datcha..... 70

Séance du 5 décembre

E.-L. Durand et E. Briner. Formation des acides nitreux et nitrique à partir des acides d'azote et de l'eau. — Yung. De l'explosion des Infusoires. — E. Briner. Sur la limite de formation des composés dits endothermiques aux températures très élevées. — François Favre. Oppelia du Jurassique moyen. — Léon-W. Collet, R. Mellet et O. Lütschg. Jaugeages de turbines..... 74

Séance du 19 décembre

E. Chaix. Quelques observations sur deux petits geysers du Yellowstone Park. — J. Briquet. Sur la corpologie des Capparidacées à fruit vésileux..... 79

Liste des Membres..... 83

CALIF ACAD OF SCIENCES LIBRARY
3 1853 10007 6137